

**“DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y MONTAJE DE MAQUINAS PRODUCTORAS
DE LIMAS LINEA CULLMAN EN EMPRESA ANDINA DE HERRAMIENTAS
S.A.”**

JOAQUIN EMILIO VALENCIA BEJARANO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2007**

**“DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y MONTAJE DE MAQUINAS PRODUCTORAS DE
LIMAS LINEA CULLMAN EN EMPRESA ANDINA DE HERRAMIENTAS S.A.”**

JOAQUIN EMILIO VALENCIA BEJARANO

**Pasantía
para optar al título de ingeniero industrial**

**Director
MARIO ÁLZATE CARDONA
Ingeniero. Industrial MBA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2007**

Nota de Aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento con los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Industrial.

MARIO ÁLZATE CARDONA

Director

Santiago de Cali, 15 de julio de 2007

A Dios creador de todo lo existente.

A todos aquellos que sacrificaron su tiempo y me dieron su apoyo durante la carrera, especialmente mis hijos Kelly, Brenda, Leonard, Roy y mi esposa Cecilia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis Maestros que fueron una guía y especialmente a toda mi familia y a la Empresa Andina de Herramientas que confió en mí.
A mis compañeros por su amor y apoyo incondicional.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	10
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1 Antecedentes	14
1.1.2 Situación actual	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. MARCO DE REFERENCIA	18
4.1 MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	18
4.1.1 Células de producción	18
4.1.2 Los módulos de producción	18
4.1.3 Gestión organizativa planificativa	18
4.1.4 Ventajas de una distribución en planta	19
4.1.5 Equipos de trabajo	21
4.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE UNA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	22
4.2.1 Integración De Conjunto.	22
4.3 EMPRESA ANDINA DE HERRAMIENTAS S.A. COOPER TOOLS	23
4.3.1 Productos disponibles	24
4.4 PRESENTACION DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN LAS CÉLULAS DE PRODUCCIÓN DE LIMAS DE LA LÍNEA CULLMAN	25
4.5 CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS MAQUINAS	28
4.6 DESARROLLO DEL PROYECTO POR MEDIO IMPLEMENTACIÓN DE FASES	30
4.6.1 Fase I.	30
4.6.2 Fase II	35
4.6.3 Fase III	50
4.6.4 Fase IV	54
5. MARCO LEGAL	56
5.1 ANÁLISIS LEGAL ESTRUCTURAL SEGÚN (reglamento técnico de instalaciones eléctricas, retie)	56
5.1.1 Artículo 15º. puestas a tierra (reglamento técnico de instalaciones eléctricas, retie)	57

5.1.2 Artículo 16º. iluminación (reglamento técnico)	58
6. ASPECTOS METODOLÓGICOS	60
6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	60
6.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	60
6.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	60
6.3.1 Fuentes de información	60
6.3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de información	60
6.4 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	60
6.4.1 Procesamiento	60
6.4.2 Presentación.	61
6.5 CRÍTICA Y CODIFICACIÓN	61
6.6 OPERACIONALIZACIÓN	61
6.6.1 Muestreo y procedimiento	61
7. PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO	62
8. RECURSOS DISPONIBLES	63
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	65
10. CONCLUSIONES	66
11. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Condiciones técnicas de las maquinas de limas woodchuck	14
Tabla 2. Condiciones técnicas de las maquinas de limas four in hand	15
Tabla 3. Potencia en kilovatios equipos a instalar	18
Tabla 4. Propuesta presentada por la firma ABB, ingenieros	22
Tabla 5. Propuesta presentada por la firma ELECTRO DIESEL	24
Tabla 6. Propuesta presentada por la firma MEGA INGENIERIA	25
Tabla 7. Cotización seleccionada como ejecutora del montaje	27
Tabla 8. Cronograma de actividades preliminar	29
Tabla 9. Cronograma de actividades real	30
Tabla 10. Recursos disponibles en la realización del proyecto	48

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Limas Woodchuck de ½".	11
Figura 2. Limas Woodchuck de ¾".	11
Figura 3. Limas Woodchuck de 1".	11
Figura 4. Lima Woodcraft 8".	12
Figura 5. Lima four in hand.	12
Figura 6. Diagrama de flujo general de limas	13
Figura 7. Bodega de materia prima	17
Figura 8. Transformador instalado 630 kva.	20
Figura 9. Unidades de aire comprimido	20
Figura 10. Plano de alternativa inicial y actual de la instalación de las células productoras de limas	31
Figura 11. Plano del flujo de la materia prima anterior y actual de las células productoras de limas	32
Figura 12. Plano de las rutas de evacuación y extintores de las células productoras de lima	33
Figura 13. Plano de distribución de las líneas de aire y bandejas eléctricas de las células productoras de limas	34
Figura 14. Plano de distribución general de la empresa Andina Herramientas	35
Figura 15. Fase de instalación de bandejas eléctricas	37
Figura 16. fase instalación de maquinas en posición original	37
Figura 17. Funcionalidad por medio de puente grúa	37
Figura 18. Flujo de material en la célula	38
Figura 19. Posición real de la célula	38
Figura 20. Posición de extractores de aire de las células	39
Figura 21. Adecuación de pasillos para transporte	39
Figura 22. Área operación de la Célula Productoras	39
Figura 23. Área de mantenimiento de las células	40
Figura 24. Tableros de alta tensión subestación	42
Figura 25. Instalación de cámara ecológica para transformador	43
Figura 26. Fabricación de malla a tierra subestación	44
Figura 27. Sistema de iluminación en células	45

GLOSARIO

CCM: es esencialmente un “tablero que se usa en primer termino para montar los componentes de la alimentación de los motores y sus circuitos derivados”¹.

CELULA DE PRODUCCION: organizar las empresas en compartimentos individuales, independientes y dinámicos.

C.F.M : unidad de medida del aire comprimido, cubics foot minute, (pies cubicos por minuto).

CULLMAN: condado del estado de Alabama, ciudad de U.S.A.

ESTROBOSCOPICO: efecto óptico que se produce al iluminar mediante destellos, un objeto se mueve en forma rápida y periódica.

KVA: unidad de potencia aparente, igual a 1000 voltios por amperio.

MODULO: fabricación en serie de un articulo.

NEUMATICA: tecnología que emplea aire comprimido para transmitir una energía y producir un movimiento.

PICADO: proceso productivo en la elaboración de limas que consiste en la realización de los dientes a las mismas. Los picados varían en cuanto al tipo, cantidad de dientes por línea y cantidad de líneas por lima, y esto depende básicamente de la referencia de la lima.

RETIE: reglamento técnico de instalaciones eléctricas.

WOODCHUCK: lima de diente fuerte y basto, utilizada por herreros.

WOODCRAFT: lima utilizada por artesanos para desbastar madera.

¹ HARPER’S, Enrique. El ABC de Las Instalaciones Eléctricas. 2 ed. México: Noriega editores, 2000. p 231.

RESUMEN

Con el objetivo de cumplir con la demanda del mercado, Cooper Industries se vio en la necesidad de trasladar varias líneas de producción de limas, provenientes de la planta de Cullman - USA a la planta de Colombia, Empresa Andina de Herramientas S.A. Por este motivo se hizo necesario redistribuir y reubicar algunas áreas de producción y de almacenaje al interior de la planta. Dicho proceso se enfocó en mejorar el actual flujo de procesos, y se buscó ubicar la maquinaria de Cullman en forma de células de trabajo independientes. Fue necesario entonces realizar un proyecto de montaje e instalación de dicha maquinaria que cumpliera con todos los requerimientos técnicos, operativos y de seguridad necesarios. El proyecto y la dirección del mismo se realizó a través del uso de procesos como; inicio de las actividades, planificación, ejecución, control y cierre y debió ser desarrollado en los tiempos previstos para evitar sobrecostos y también para entregar los equipos a plena satisfacción de los departamentos de producción y seguridad industrial de Empresa Andina de Herramientas S.A.

Logrando un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y de los equipos, con el fin de minimizar tiempos, espacios y costes que no difieran con la capacidad instalada tanto en la parte eléctrica, hidráulica y neumática de la planta actual, y por último, que fueran congruentes con las técnicas de producción que se aplican en Empresa Andina de Herramientas S.A.

INTRODUCCION

Empresa Andina de Herramientas S.A. pertenece a Cooper Industries de Houston, USA, en la división Cooper Hand Tools; siendo la línea de fabricación de limas la más importante para esta planta ubicada en Acopi – Yumbo.

Hasta 1.998 Empresa andina de Herramientas, era considerada una empresa pequeña en comparación con las de México, Brasil y Estados Unidos en cuanto a la producción de limas se refiere, debido al buen desempeño, alta rentabilidad y eficiencia en sus procesos productivos que hemos brindado durante los últimos tres (3) años, hoy se ha ganado un espacio importante en el ámbito internacional y por tal motivo la casa matriz ha trasladado la producción de varias de sus referencias de limas a Colombia ya que la Empresa Andina de Herramientas S.A cuenta con: capacidad adicional para incrementar su producción, seguridad de inversión extranjera que brinda el gobierno actual, una alta rentabilidad y eficiencia en sus procesos productivos; además de contar con un proveedor cercano de materia prima (SIDELPA S.A. ubicado a tan solo 3 cuadras de la compañía) y la posición geográfica tan estratégica que ocupa en la región andina para la distribución al mundo de todos sus productos.

Con motivo del traslado de la maquinaria de la línea limas desde Estados Unidos, para la empresa se hace urgente realizar las adecuaciones de planta necesarias para poner en funcionamiento dichos equipos. Por lo tanto, se necesita desarrollar un proyecto de instalación de las máquinas que llegarán en dos etapas generales (que a su vez se dividen en cuatro fases):

La primera etapa consistirá en reubicar algunas de las máquinas ya existentes en la planta para dar espacio a las nuevas (fase I y II).

La segunda etapa será la ubicación, acondicionamiento e instalación de las nuevas máquinas (fase III y IV). En ambas etapas del proyecto se deben tener en cuenta todos los principios de distribución en planta para dar consistencia al flujo de material y de operaciones en la producción que es lo que se mostrará en el presente trabajo; enfatizando y profundizando en la mayoría de los conceptos vistos a lo largo de la carrera de ingeniería industrial.

Para el efecto se presenta, el concepto, la importancia, los objetivos, la naturaleza de los problemas y el análisis de los principios fundamentales de la Distribución en Planta. Seguidamente, se estudiarán los tipos clásicos de la distribución en planta, así como los factores que influyen en dicha distribución. Por ultimo se opto por implementar distribución en planta mas adecuada de beneficio optimo de las

maquinas picadoras de limas de la línea cullman en el espacio asignado en la Empresa andina de Herramientas.

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta de mayor producción de limas en la división Cooper Hand Tools es la de Cullman, en Alabama Estados Unidos. Dicha planta ha cambiado sus actividades y por lo tanto su producción será trasladada a las plantas de latinoamérica (México, Colombia y Brasil). Para Empresa Andina de Herramientas S.A. este hecho representa una oportunidad de incrementar la producción de limas en aproximadamente un 60%, ya que cuenta con la capacidad de planta y de personal para cumplir con la demanda del mercado. Para ello, es necesario realizar un proyecto de traslado, montaje, adecuación de áreas y balanceo de línea en los procesos productivos de la nueva línea de producción de limas en la planta de Yumbo - Colombia.

La situación que se presenta actualmente en la empresa, y que es el origen de la ejecución de esta pasantía, es el tomar el liderazgo en el desarrollo de todas las actividades del proyecto mencionadas anteriormente y llevarlas a cabo sin incurrir en sobre-costos, aplicando las técnicas de distribución en planta conocidas para el mejor desarrollo del proceso y aprovechamiento del espacio y la mejora métodos.

Para la realización de este proyecto, Empresa Andina de Herramientas S.A. puso a disposición del coordinador (Joaquín Valencia) un grupo de personas que colaboraran en la ejecución de las tareas programadas y contará con la auditoria del gerente de proyectos (Ing. Javier Martínez).

1.1.1 Antecedentes. Empresa Andina de Herramientas S.A. tiene una historia que se remonta a 1960, época en la cual fabricaban clavos y tachuelas, para entonces era una pequeña empresa cuyos propietarios eran la familia Gilinsky.

Con el paso del tiempo, la empresa ha ido diversificando sus productos, dejando de lado la producción de aquellos que le dieron origen y dando cabida a otros como palas y palustres, que permitieron el posicionamiento de la marca ATILA, con gran prestigio a nivel nacional.

En el año de 1970 la Compañía Cooper Tools de Estados Unidos se empieza a interesar en extender su mercado a Colombia, es entonces, cuando la familia Gilinsky realiza los contactos pertinentes con esta compañía y así las dos partes acuerdan constituir la joint venture (asociación de compañías) y quedan las acciones repartidas, de ahí el nombre de Empresa Andina de Herramientas S.A.

Las personas que trabajaban en la empresa de la familia Gilinsky se vieron afectadas por una sustitución patronal; con la entrada de Cooper Tools se extendió la producción y se elaboraron nuevos productos como limas, seguetas, escofinas y destornilladores, y se empiezan a importar de la Cooper de los Estados Unidos otros productos como flexómetros, llaves de boca fija, peston y alicates.

En el año de 1997 Empresa Andina de Herramientas S.A. adquiere los equipos de la Empresa Stanley en la ciudad de Palmira y compra la marca "Collins" que se dedica a la fabricación de palas, machetes y otras herramientas agrícolas, además de espátulas, llanas y palustres.

Para Diciembre de 1998 la Cooper Tools compra la totalidad de las acciones de la familia Gilinsky.

1.1.2 Situación Actual. En la actualidad la Empresa continúa en crecimiento, llegando en este momento a tener la necesidad de incrementar su línea de producción de limas ante los requerimientos del mercado donde de hecho es líder indiscutible.

Para esto se hace necesario tener estandarizadas sus líneas de producción actual, como medio para controlar mejor sus procesos productivos y de esta forma posea mejores herramientas para un buen uso de los recursos que redunde en buenos indicadores de eficiencia y productividad de la empresa.

Empresa Andina de Herramientas S.A. pertenece a Cooper Industries de Houston, U.S.A., en la división Cooper Hand Tools (herramientas manuales). Tiene una trayectoria de más de 150 años en la producción de Herramientas con Calidad Industrial y tecnología de avanzada. La compañía está localizada en Yumbo - Colombia, Sur América, desde donde atendemos a clientes del país y el mundo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la distribución en planta en forma de módulos de trabajo en las máquinas picadoras de limas de la línea Cullman en Empresa Andina de Herramientas S.A., diseñando y dimensionando todos los requerimientos de tipo técnico y humano necesarios para el perfecto funcionamiento de las mismas, los cuales incluyen materiales eléctricos, neumáticos, obras civiles, ambientales incluyendo el bienestar y seguridad.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar todos los datos técnicos de fabricación de las máquinas que integran los módulos de producción del proyecto en mención y garantizar a la compañía la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta todas las normas vigentes del país tanto para la parte de seguridad industrial, civil y laboral.
- Realizar el dimensionamiento adecuado de los recursos necesarios para la puesta en marcha y el perfecto funcionamiento de los equipos, lo cual incluye plano eléctrico y neumático, material y presupuesto.
- Modificar la distribución actual de la planta para la ubicación de las nuevas máquinas productoras de limas línea Cullman.
- Aplicar todos los conocimientos de distribución en planta necesarios para garantizar que la ubicación de las máquinas productoras de limas, material y el personal, tengan los espacios requeridos para el movimiento y almacenamiento adecuados para el funcionamiento de la células.
- Tener en cuenta y considerar los factores que afectan la distribución de la planta en la implementación de las células productoras de limas Cullman, como son: Material, hombre, maquinaria, entre otros.
- Planear las actividades del proyecto y sus relaciones de precedencia para establecer una ruta crítica que permita que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible.

3. JUSTIFICACIÓN

La situación que se presenta hoy en día en Empresa Andina de Herramientas S.A. indica que la empresa aún tiene la posibilidad de expandir su capacidad productiva, lo cual tiene sus efectos al nivel de la empresa en los departamentos de finanzas, producción, ingeniería industrial, logística, ingeniería (taller y mantenimiento) y ventas; pero también tienen un efecto en el ámbito social, puesto que será necesario contratar mano de obra para la operación de las máquinas que serán trasladadas para la producción de las nuevas referencias de limas, mitigando la tasa de desempleo que posee la región.

Lo anterior conduce al corazón del problema; se necesita llevar a cabo una buena distribución en planta que facilite el tránsito de material a través de las instalaciones, que cumpla con los requerimientos de seguridad industrial establecidos (buena iluminación, ventilación, sin contaminación de ruido, entre otros), lograr un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y de los equipos, con el fin de minimizar tiempos, espacios y costes que no difieran con la capacidad instalada tanto en la parte eléctrica, hidráulica y neumática de la planta actual, y por último, que sea congruente con las técnicas de producción que se aplican en Empresa Andina de Herramientas S.A..

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

4.1.1 Células de producción. La gestión por módulos de producción, es simplemente organizar las empresas en compartimentos individuales, independientes y dinámicos, para que cada parte de la cadena de valor en la empresa resuelva sus propios problemas, teniendo una dirección propia y sobre todo cierta independencia de las grandes líneas de decisión; Una de las ventajas de trabajar por módulos es que cada una de ellas se pueden adaptar fácilmente a los cambios del mercado haciendo a la organización en su conjunto más eficiente.²

Como en toda industria moderna cada célula deberá:

- Centrarse en producción de alta calidad, con mejor diseño y habilidad técnica.
- Organizar su proceso productivo con el propósito de reducir el volumen de inventarios y trabajos en proceso, aumentando la eficiencia y aumentar su capacidad de respuesta a los cambios del mercado.
- Buscar aumentos de la productividad constantes con el fin de mejorar la calidad del producto y reducir los costos en mano de obra.

Otras características son:

4.1.2 Los módulos de producción. Deben manejar inventarios pequeños suficientes para no parar la producción se deben manejar sistemas de información dinámicos, para que el intercambio entre módulos de producción sea adecuado y se debe compartir un proceso conjunto con otros módulos de control de calidad y políticas externas.

4.1.3 Gestión organizativa planificativa. La funcionalidad completa del ERP. Ayuda a manejar las actividades del trabajo en curso y aumentar la productividad del personal de producción con los rasgos que ahorran trabajo y que le dan más

² SUÑE, Albert, GIL Francisco y ARCUSA Ignacio. Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Madrid : ediciones Díaz de santos, 2004. p. 185.

control sobre la producción y la planificación. dirección propia y sobre todo cierta independencia de las grandes líneas de producción.³

La distribución en planta implica la reordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades y o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.⁴

4.1.4 Ventajas De Una Distribución En Planta. Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en reducción del coste de fabricación, como resultado de los siguientes puntos:

Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores, cualquier distribución que conduzca a que el obrero deje las herramientas en el pasillo, que implique la existencia de pilas inestables de material en proceso etc., debe ser cuidadosamente examinada para evitar estos riesgos.

En el caso de la distribución de las células de picadoras de limas de la línea Cullman en Empresa Andina de Herramientas S.A., con la ubicación de las -máquinas se reducen la cantidad de material en espera, ya que se producen baches pequeños de limas por el operario de la célula y la lima es picada en todos sus lados y entregada con la marca (logo estampado) al siguiente proceso.

Por lo anterior considero importante destacar los siguientes direccionamientos:

- **Elevación de la moral y la satisfacción de obrero.** Al personal le gusta trabajar en una planta que esté bien distribuida, con buena iluminación y ventilación.

La distribución de los equipos en la célula se dispuso de tal forma que el operario cuenta con una iluminación y ventilación independiente por célula de trabajo. Cada célula de trabajo cuenta con: 4 lámparas fluorescentes de tipo “luz día”, 4 por 48 watt, lo que proporciona una excelente iluminación de acuerdo al área utilizada (Este calculo se realizó con base en RETIE, explicado más adelante). Extractor

³ Enterprise resourcing planing [en línea]. Pensilvania: Planeación de los recursos de la compañía, 2007. [consultado Mayo 7 del 2007]. Disponible en Internet: <http://www.intuitive.com.mx/intuitive01.html>

⁴ MUTHER, Richard. Distribución en planta. 4 ed. New York (E.E. U.U): McGraw-Hill Book Company, 1981. p. 13.

(ventilación) de 0.80 kw, 120 vac, un caudal de aire 2.93 m³ / S, para mitigar las altas temperaturas.

- **Disminución de los retrasos en la producción.** El equilibrio de los tiempos de operación y de las cargas de cada departamento, es parte de la distribución en planta. Cuando una fabrica puede ordenar las operaciones que requieren el mismo tiempo o múltiplos de él, puede casi eliminar las ocasiones en que el material en proceso necesita detenerse.

- **Ahorro del área ocupada (áreas de producción, almacenamiento y de servicio).** Los pasillos inútiles, el material en espera, las distancias excesivas entre maquinas, la inadecuada de los toma de corriente, así como la dispersión del stock, consumen gran cantidad de espacio adicional del suelo.

En la distribución de planta que se realizó en las células de las máquinas picadoras de la línea Cullman, con la que se logró disminuir las distancias entre máquinas en comparación con la distribución en la sección de limas de la línea nicholson.

Este espacio fue aprovechado para labores de mantenimiento y zona de almacenamiento general.

- **Reducción y manejo de materiales.** Se ha realizado re-ordenamientos tales que un operario puede pasar de una operación directamente a la siguiente, este cambio elimina un transporte por cada maquina dispuesta de este modo. Las células se ubicaron de tal forma que el operario se desplaza aproximadamente 0.70 mts de una maquina a otra disminuyendo así su fatiga.

- **Mayor utilización de la maquinaria de la mano de obra y de los servicios.** Cuando el coste de los jornales es elevado, conviene utilizar al máximo la mano de obra.

- **Reducción del material en proceso.** Con la actual distribución de las células se mantiene el material en continuo movimiento de una operación directamente a la otra, como lo veremos más adelante con las operaciones de marcado, picado de cara curva, picado de cara plana y picado de borde, se realiza con el mismo operario y con mayor rapidez, reduciendo el material en proceso.

- **Acortamiento del tiempo de fabricación.** Acortando las distancias y reduciendo las esperas y almacenamientos innecesarios se acortará el tiempo que necesita el material para desplazarse a través de la planta.

- **Reducción del trabajo administrativo y del trabajo indirecto en general.** Este tipo de montaje de la maquinaria por células de producción en la línea Cullman ha reducido significativamente el trabajo de programación y de lanzamiento de ordenes de producción.
- **Logro de una supervisión más fácil y mejor.** Con la distribución por células al supervisor de producción de la sección se le facilitara ver a todos los trabajadores.
- **Disminución de la congestión y confusión.** Las demoras de material, el movimiento o manejo innecesario del mismo y de la intersección de los circuitos de transporte, son factores que conducen a confusión y que congestionan el trabajo. Lo cual en la línea de fabricación de la línea Cullman no se presentará.

4.1.5 Formación de los equipos de trabajo. Un equipo de trabajo es un conjunto de personas con estructura propia, creada para el logro de una finalidad determinada, con un modo particular de actuación, a través de una interacción frecuente y reconocido por su especificidad (conciencia de equipo).⁵ Beneficios de la formación de los grupos de trabajo:

- Crea un entorno de trabajo altamente motivador.
- Produce la sinergia del grupo.
- Ayuda a mejorar la calidad del producto en el trabajo.
- Promueve el reconocimiento del valor de cada individuo como persona.

Requerimientos para la formación de un grupo de trabajo en una célula de producción:

- Tener una misión en común.
- Fijar un sistema de comunicación.
- Determinar mecanismos internos de toma de decisiones.
- Establecer normas, responsabilidades, temporalización, medios y recursos.
- Definir sistemas de autoevaluación sobre objetivos y funcionamiento.

Para crear estos grupos de trabajos se debe, visualizar el grupo, asignar roles dentro de la producción, establecer las reglas, planear el trabajo, revise el desempeño del equipo, publique los resultados y recompense al equipo.

⁵ HEREDIA ALVARADO, Jose Antonio. La gestión de la fabrica: modelos para mejorar la competitividad. Madrid: Díaz de Santos, 2004. p. 246.

4.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE UNA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

4.2.1 Integración de conjunto. La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes. En cierto sentido convierte la planta en una maquina única.

En la distribución de planta de las células de la línea Cullman que se realizó en Empresa Andina de Herramientas S.A., una de las principales ganancias en el principio de integración es el apoyo que pueden brindar los operarios de las otras celdas por la cercanía de la célula contigua.⁶

A continuación se mencionan algunos aspectos:

- **Principio de la mínima distancia recorrida.** A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la mas corta.

Las células de la línea Cullman fueron distribuidas de tal forma que las áreas involucradas en el proceso permanecen con el mínimo recorrido, es decir, el almacén de materia prima, corte de material, picado y marcado quedaron centralizados. Esta es una oportunidad de mejora a implantar en las secciones de limas Nicholson donde el material debe transportarse muy distante de un centro a otro.

- **Principio de la circulación o flujo de materiales.** Es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso este en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales. Este es el complemento del principio de la mínima distancia.⁷

- **Principio del espacio cúbico.** La economía se obtiene utilizando de modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal. El movimiento de los hombres, material o maquinaria se puede efectuar en cualquiera de las tres dimensiones, esto significa que aprovecharemos el espacio libre existente por encima de nuestras cabezas o bajo el nivel del suelo.

⁶ MUTHER, Op. cit., p. 15-18.

⁷ Ibíd., p. 18.

- **Principio de la satisfacción y de la seguridad.** La satisfacción de obrero es un factor importante. Como objetivo, es fundamental. Ya que nos proporciona costes de operación mas reducidos y una mejor moral de los empleados.

La seguridad es un factor de gran importancia en la mayor parte de las distribuciones y vital en algunas. Una distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgo de accidentes.

- **Principio de la flexibilidad.** A igualdad de condiciones siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o re - ordenada con menos costo o inconvenientes.

Por lo anterior es vital tener en cuenta los siguientes postulados a nivel de tipo de distribución.⁸

- **De Distribución**

- Movimiento de material.
- Movimiento del hombre.
- Movimiento de la maquinaria
- Movimiento del material y el hombre.
- Movimiento del material y la maquinaria.
- Movimiento de hombres y de maquinaria
- Movimiento de material, hombres y maquina.

- **Movimiento de material y de hombre.** En las células de producción de las máquinas picaduras del proyecto cullman tiene el movimiento de material y hombre, el trabajador se mueve con el material y llevando a cabo cierta operación en cada maquina o lugar de trabajo, hasta llegar a la transformación del material en lima a utilizar.

⁸ Ibid., p. 19-21.

4.3. EMPRESA ANDINA DE HERRAMIENTAS S.A. COOPER TOOLS

Empresa Andina de Herramientas S.A. pertenece a Cooper Industries de Houston, U.S.A., en la división Cooper Tools de herramientas manuales. Tiene una trayectoria de más de 150 años en la producción de Herramientas con gran y estabilidad en el mercado, con Calidad Industrial y tecnología de avanzada. La compañía está localizada en Cali - Colombia, Sur América, desde donde se atiende a clientes del país y el mundo.

La familia de Herramientas Cooper está conformada por las siguientes marcas, en las cuales se puede encontrar calidad y respaldo: Nicholson, Collins Nicholson, Atila, Atkins, Crescent, Weller, Lufkin, Plumb, H.K. Porter, Wiss, Xcelite, Erem, Diamond, Farrier, Wire-Wrap. También herramientas de la división Power Tools como limpiadores de tubo y expansores marca Airetool y Kotthanaus+Bush, destornilladores Apex y Geta, equipos de ensamble Assembly Systems, herramientas neumáticas industriales Cleco y muchas otras.

4.3.1 Productos disponibles. Las limas: se encuentran disponibles en las marcas Nicholson y Atila. Las limas Atila son limas de fabricación Colombiana con tecnología Nicholson, se manufacturan bajo pedido.

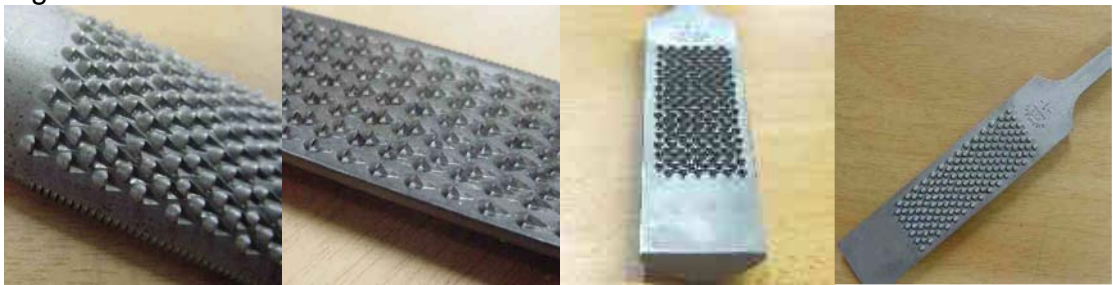
La compañía de limas Nicholson fue fundada en USA en 1864 y se convirtió en el primer manufacturador exitoso de limas fabricadas a máquina. Hoy Nicholson es el mayor fabricante de limas en el mundo y su rango de productos se ha ampliado y diversificado incluyendo no sólo limas, sino también escofinas, sierras ó seguetas de mano y máquina, las cuales son manufacturadas por Empresa Andina de Herramientas S.A. en Colombia.

4.4. PRESENTACIÓN DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS EN LAS CÉLULAS DE PRODUCCIÓN DE LIMAS DE LA LÍNEA CULLMAN

Las máquinas provenientes de Cullman procesan las siguientes referencias de limas:

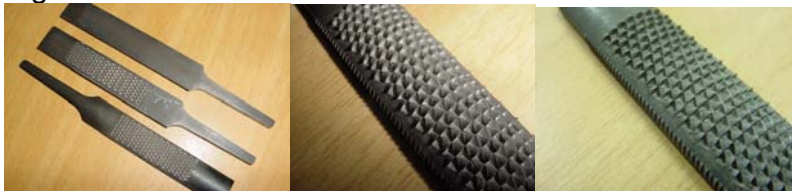
- Célula de lima Woodchuck de $\frac{1}{2}$ ".
Máquina marcadora (coloca el logotipo de la marca Nicholson)
Máquina picadora de cantos (crea los dientes al borde de la lima).
Máquina picadora radial de caras (crea los dientes en la cara curva de la lima).
Máquina picadora plana de caras (crea los dientes en la cara plana de la lima).

Figura 1. Limas Woodchuck de $\frac{1}{2}$ ".



- Célula lima Woodchuck de $\frac{3}{4}$ ". (fuente anexo fotos)
Máquina marcadora (coloca el logotipo de la marca Nicholson)
Máquina picadora de cantos (crea los dientes al borde de la lima).
Máquina picadora radial de caras (crea los dientes en la cara curva de la lima).
Máquina picadora plana de caras (crea los dientes en la cara plana de la lima).

Figura 2. Limas Woodchuck de $\frac{3}{4}$ ".



- Célula de lima Woodchuck de 1".
Máquina marcadora (coloca el logotipo de la marca Nicholson)
Máquina picadora de cantos (crea los dientes al borde de la lima).
Máquina picadora radial de caras (crea los dientes en la cara curva de la lima).
Máquina picadora plana de caras (crea los dientes en la cara plana de la lima).

Figura 3. Limas Woodchuck de 1".



- Célula de lima Woodcraft 8".
Máquina de primer picado plano (crea los dientes al lado plano de la lima).
Máquina de segundo picado plano (segundo picado al lado plano de la lima).
Dos (2) máquinas de picado radial de caras (crea los dientes en la cara curva de la lima).

Figura 4. Lima Woodcraft 8".

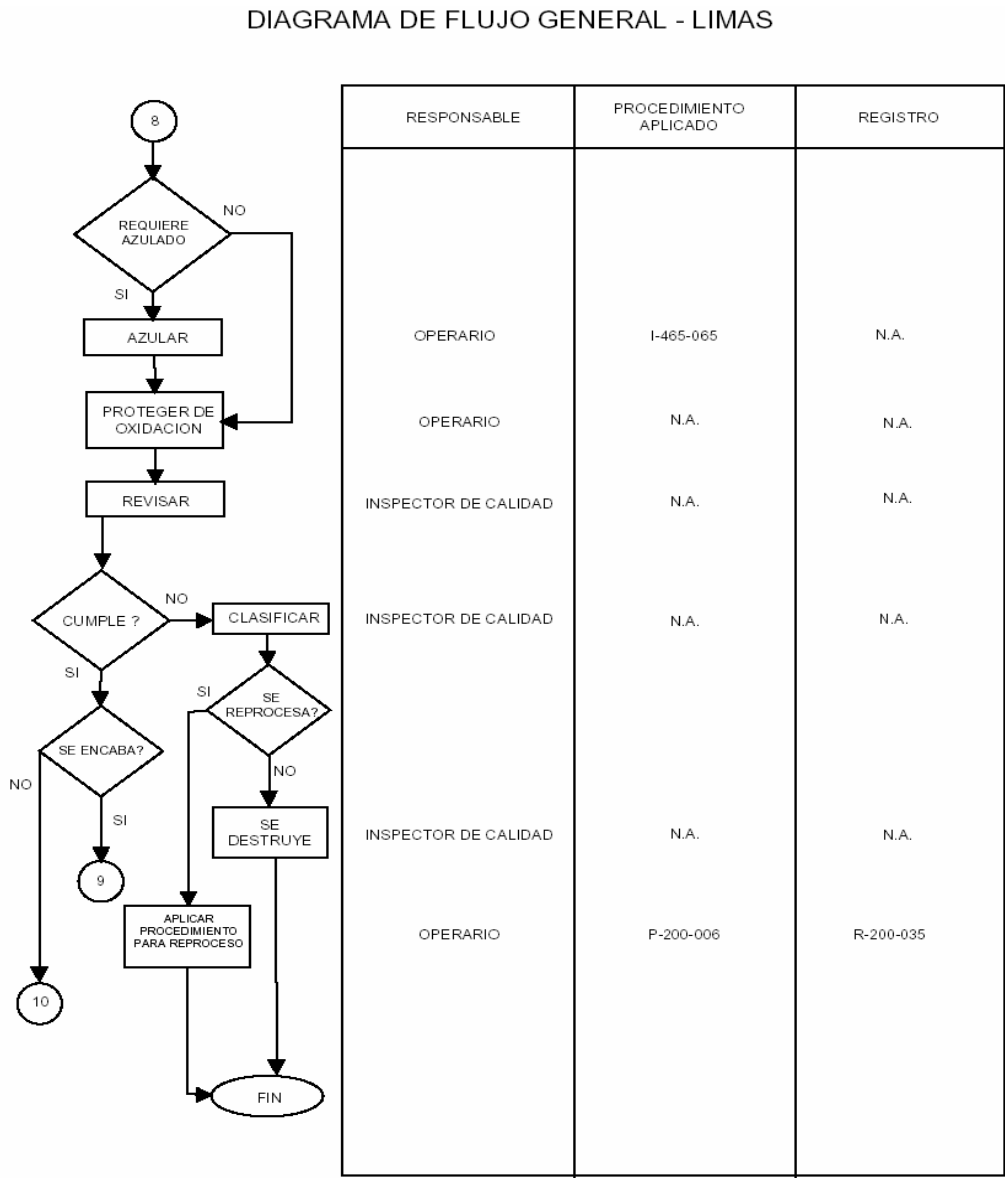


- Célula de lima four in hand.

Figura 5. Lima four in hand.



Figura 6. Diagrama de flujo general



Fuente: COOPER Hands Tools. Publicación de documentos de calidad, proceso de gestión de producción, [intranet]. Santiago de Cali, Mayo 08 2007.

4.5. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS MAQUINAS

Tabla 1. Datos técnicos de las maquinas que conforman las células de limas woodchuck.

DATOS TECNICOS DE FABRICACION DE LA MAQUINARIA PRODUCTORA DE LIMAS DE LA LINEA CULLMAN					
REFERENCIA	DESCRIPCION DE MAQUINARIA	OPERACION QUE EJECUTA	AÑO FABRICACION	PESO	POTENCIA (KW)
CELULA LIMAS WOOD CHUCK DE ½"					
30337	Rasp punching machine back	Rasp punch back	1942	5.5	2.25
30344	Rasp punching machine back	Rasp punch back	1945	5.5	2.25
20190	# 2 Barnett cutter	Rasp edge cutting	1953	1.8	1.0
20557	2-way stamping machine	Stamp brand	1922	0.8	1.2
CELULA LIMAS WOOD CHUCK DE 1"					
30345	Rasp punching machine flat	Rasp punch flat	1968	5.5	2.25
30004	Rasp punching machine back	Rasp punch back	1936	5.5	2.25
21587	# 1 EM cutter	Rasp edge cutting	1963	1.2	1.0
21619	2-way stamping machine	Stamp brand	1922	0.8	1.2
CELULA LIMAS WOOD CHUCK DE 3/4"					
30343	Rasp punching machine back	Rasp punch back	1962	5.5	2.25
30473	Rasp punching machine flat	Rasp punch flat	1962	5.5	2.25
21588	# 1 EM cutter	Rasp edge cutting	1962	1.2	1.0
21678	2-way stamping machine	Stamp brand	1922	0.8	1.2
CELULA LIMAS WOOD CRAFT					
30312	Reddinger OC flat	Overcut rasp flat	1950	4.5	1.2
30338	Rasp punching machine back	Rasp punch back	1942	5.5	2.25
30289	Reddinger UC flat	Up-cut rasp flat	1950	4.5	1.2
11637	Rasp punching machine back	Rasp punch back	1942	5.5	2.25
30332	Small Nicholson grinder	Grind points	1937	55	

Fuente: MARTINEZ, Javier. Gerente de proyectos, Cooper hands Tools. [Intranet], Yumbo-Valle, 02 Febrero 2007.

Tabla 2. Datos técnicos de las maquinas que conforman células de limas four in hand

CDELULA FOUR IN HAND					
30362	Point clipper	Clip points on rasp	1937	0,5	1,2
20075	Pedestal grinder	Bufs points on rasp	1964	0,4	1,2
21509	2-way stamping machine	Stamp brand	1993	0,8	1,2
30339	Rasp punching machine back	Rasp punch back	1952	5,5	2,25
30340	Rasp punching machine flat	Rasp punch flat	1936	5,5	2,25
30346	Rasp punching machine back	Rasp punch back	1938	5,5	2,25
30341	Rasp punching machine flat	Rasp punch flat	1942	5,5	2,25
30287	# 3 Reddinger OC flat	Over cut rasp flat	1938	4,5	1,2
30288	# 3 Reddinger OC back	Over cut rasp back	1938	4,5	1,2
30290	# 3 Reddinger UC flat	Up-cut rasp flat		4,5	1,2
30313	# 3 Reddinger UC back	Up-cut rasp back	1938	4,5	1,2

Fuente: MARTINEZ, Javier. Gerente de proyectos, Cooper hands Tools. [Intranet], Yumbo-Valle, 02 Febrero 2007.

4.6. DESARROLLO DEL PROYECTO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA POR MEDIO IMPLEMENTACIÓN DE FASES

La complejidad inherente a todo proyecto implica que la consecución de sus objetivos no se pueda producir por el mero hecho de que éstos estén bien identificados o que haya sido nombrado un director de proyecto que reúna las cualidades que han sido comentadas.⁹

Para llegar al resultado deseado es necesario seguir una trayectoria, frecuentemente larga, que se compone de una serie de pasos o etapas que deben de haber sido adecuadamente previstas y que han de ser recorridas en adecuado orden.¹⁰

El proyecto de distribución en planta y montaje de las máquinas productoras de limas de la línea Culmman se realizó en cuatro fases.

4.6.1. Fase I. (estudio factibilidad del proyecto)

- **Conceptual - Estudio de factibilidad.** Se trata de establecer cómo el equipo de trabajo deberá satisfacer las restricciones de prestaciones, planificación temporal y costo. Una planificación detallada da consistencia al proyecto y evita sorpresas que nunca son bien recibidas.

Se analizaron 3 aspectos básicos iniciales para el estudio de factibilidad del proyecto en Empresa Andina de Herramientas S.A., los cuales fueron el espacio o área necesaria para la colocación de las máquinas, la capacidad eléctrica y la capacidad del aire comprimido necesario para el funcionamiento de la nueva maquinaria. A continuación, se mencionan dichos aspectos:

- **Espacio.** Se adecuaran los espacios en los cuales se va a realizar el montaje de las máquinas productoras provenientes de Cullman.

El sitio que se definió es el antiguo almacén de materia prima, la cual se traslada a la sección de Perfilado.

Empresa Andina de Herramientas S.A. cuenta con una área amplia la cual esta destinada para el bodegaje de la materia prima (acero), con motivo del traslado de

¹⁰ PEREÑA BRAND, Jaime. Dirección y gestión de proyectos. Madrid: Díaz de santos, 1991. p. 71,72.

la maquinaria de la planta CULLMAN, se vio obligada a redistribuir sus áreas y dar espacio a las maquinas picadoras de limas provenientes de los EE.UU.

Para tal caso, se realizaron cambios representativos en el almacén de materia prima y el área donde se perfila la lima (perfilado), adaptando sistemas de estibas para almacenar el material (acero) y acondicionando un diferencial para llevar el material al horno de perfilado, de esta manera se ganó tiempo, espacio y seguridad en el proceso ya que el material quedo ubicado a pocos metros del sitio de corte (lugar donde se procesa inicialmente) y de entrada al horno de la sección de perfilado.

La bodega de materia prima se liberó con este cambio en un 40 % de espacio el cual es suficiente para el montaje de las maquinas picadoras de la línea CULLMAN.

Figura 7. bodega de materia prima



➤ **Capacidad Eléctrica.** Se revisó la capacidad instalada de las líneas de potencia de los transformadores actuales, el actual es de 800 kva y esta trabajando a un 97% de su capacidad lo que implica la compra de un nuevo transformador de 630 kva, según estudio previo de las capacidades de las maquinas nuevas a implementar a futuro en la nueva área.

A continuación, se anexa cargabilidad de los equipos para el dimensionamiento de transformador, CCM'S (centro de control motores de baja y alta tensión), a continuación anexo tabla con las potencias en kilovatios de cada uno de los equipos a instalar.

Tabla 3. Potencia en kilovatios equipos a instalar

Colombia Appraisal Requirements			
Asset	Machine Description	Operation Performed	Potencia (kw)
	TRIANGULAR		
20068	Screw clip tang	Tang clipper	1,5
20012	Auto hammer - hex	Forge tangs	3
20346	Drum edge set	Set edges on triangular	0,75
20345	Drum edge set	Set edges on triangular	0,75
20179	# 4 Barnett cutter	Cut triangular flat side	1,5
20217	# 4 Barnett cutter	Cut triangular flat side	1,5
20332	# 4 Double Head cutter	Cut triangular flat side	2
	RASP		
	Four-in-Hand Cell		
30362	Point clipper	Clip points on rasp	1,2
20075	Pedestal grinder	Bufs points on rasp	1,2
21509	2-way stamping machine	Stamp brand	1,2
30339	Rasp punching machine back	Rasp punch back	2,25
30340	Rasp punching machine flat	Rasp punch flat	2,25
30346	Rasp punching machine back	Rasp punch back	2,25
30341	Rasp punching machine flat	Rasp punch flat	2,25
30287	# 3 Reddinger OC flat	Over cut rasp flat	1,2
30288	# 3 Reddinger OC back	Over cut rasp back	1,2
30290	# 3 Reddinger UC flat	Up-cut rasp flat	1,2
30313	# 3 Reddinger UC back	Up-cut rasp back	1,2
	1/2" Wood Chuck Cell		
20557	2-way stamping machine	Stamp brand	1,2
20190	# 2 Barnett cutter	Rasp edge cutting	1
30337	Rasp punching machine back	Rasp punch back	2,25
30344	Rasp punching machine flat	Rasp punch flat	2,25
	3/4" Wood Chuck Cell		
21678	2-way stamping machine	Stamp brand	1,2
21588	# 1 EM cutter	Rasp edge cutting	1
30343	Rasp punching machine back	Rasp punch back	2,25
30473	Rasp punching machine flat	Rasp punch flat	2,25

	1" Wood Chuck Cell		
21619	2-way stamping machine	Stamp brand	1,2
21587	# 1 EM cutter	Rasp edge cutting	1
30004	Rasp punching machine back	Rasp punch back	2,25
30345	Rasp punching machine flat	Rasp punch flat	2,25
30332	Small Nicholson grinder	Grind points	
	Woodcraft Cell		
30338	Rasp punching machine back	Rasp punch back	2,25
11637	Rasp punching machine back	Rasp punch back	2,25
30312	# 3 Reddinger OC flat	Overcut rasp flat	1,2
30289	# 3 Reddinger UC flat	Up-cut rasp flat	1,2
20210	Pedestal grinder	Grind & polish Mach Scraper	1,2
30275	Punch grinder	Grind rasp punch tools	1
10976	Thomson surface grinder	Grind relief angle on rasp tools	1,5
	OTHER		
	Kilowatts Machines		59,1
	Kw de compresor de aire		300
	Kw de Reserva		10
	Kilowatts Total All Machines		369,1
	Tensión (vac) (E)		440
	Corriente (I)	$(KW * 1000) / (1.73 * E * P.F)$	685
	Calculo del transformador (KVA)	$(I * E * 1.73) / 1000$	434 kva
	Transformador comercial		630 kva

Fuente: TERRY, Jhon. Gerencia de proyectos, Cooper hands Tools. [Intranet]. Alabama, EE.UU., 02 febrero 2007.

Con lo anterior se concluyó que se debe instalar un transformador trifásico con alimentación del devanado primario de 13.200 vac y una salida en el secundario de 440 vac, con una capacidad comercial de 630 kva, para que quede con una tolerancia de la carga instalada de 31.1 %.

Figura 8. Transformador instalado 630 kva



➤ **Aire Comprimido.** Se revisó la capacidad del aire comprimido, lo que concluyo que para el montaje de la maquinaria de las productoras de limas de la línea Cullman hay capacidad suficiente, ya que Empresa Andina de Herramientas S. A. en la actualidad cuenta con cuatro (4) compresores de aire comprimido, los cuales trabaja uno (1) de 1500 CFM, tenemos a disposición tres (3) que suman 1200 CFM, los cuales en una eventualidad abastecerían la planta.

Figura 9. Unidades de aire comprimido



Se realizó los contactos necesarios con la empresa proveedora de energía eléctrica para la aprobación de la ampliación.

El estudio de la capacidad instalada actual vs. Capacidad a implementar fue bajo la auditoria del departamento de ampliaciones de nuestra compañía proveedora de energía EMCALI post-aprobación se procede a hacer los tramites de levantamiento de planos y contactar el personal a ejecutar las obras tanto civiles como de las adecuaciones eléctricas.

4.6.2. Fase II. (desarrollo de las actividades del proyecto)

- **Desarrollo.** Se realizaron diferentes actividades con el objetivo de dar desarrollo al proyecto. Entre ellas se tiene:

➤ **Nombramiento del equipo inicial de trabajo.** Gerente de proyectos de la Empresa Andina de Herramientas Ingeniero Javier Martínez, quien será el encargado de liderar el proyecto como representante legal de la compañía.

Sr. Joaquín Valencia, supervisor del área de Eléctrica, neumática e hidráulica de la Empresa es el coordinador del proyecto.

En la parte de diseño se encuentra con el Ing. Hector Fabio Giraldo.

En la logística de adquisición de materiales se contó con la colaboración de la Sra. Diana Benavidez.

➤ **Diseño de planos preliminares.** Se diseñaron los planos preliminares básicos y detallados necesarios para la distribución y montaje de los equipos, comenzando con el levantamiento de la información existente en planta por parte del departamento de Ingeniería y Proyectos para seleccionar el mejor LAYOUT (distribución).¹¹

➤ **Adquisición de materiales y equipos.** Se adquirieron los equipos necesarios para esta ejecución tales como, andamios, elementos de protección personal para trabajos en alturas, se realizaron los contactos con las empresas para el alquiler de montacargas.

➤ **Búsqueda de Proveedores.** En la planeación de la búsqueda de proveedores comprende la preparación de los documentos necesarios para realizar la búsqueda de proveedores, la cual comprende obtener respuestas de los proveedores potenciales (ofertas y propuestas) sobre como pueden satisfacer las necesidades del proyecto.

Se realizaron las cotizaciones pertinentes de materiales y recursos de mano obra necesarios para la ejecución del montaje de las células picadoras de limas que se traslado a nuestra planta en la ciudad Yumbo Valle.

Para tal fin se contactó al departamento de compras de Empresa Andina de Herramientas para que proceda según su política en la cual se deben realizar tres

¹¹Guía a los fundamentos de la dirección de proyectos. Newton square: Project management institute, 2000. p. 153-154.

cotizaciones y escoger la firma ejecutora que garantice tanto la parte económica, calidad y conocimiento de las leyes locales que se requieren para la ejecución del proyecto.

A continuación relaciono las tres cotizaciones que presentaron al departamento de compras las firmas contratistas para el montaje de la parte de eléctrica, neumática y obras civiles de las maquinas productoras de limas de la línea cullman:

Tabla 4. Propuesta presentada por la firma ABB, ingenieros

	CLIENTE :					DOCUMENTO No.:	ANEXO No.1	-
	EMPRESA ANDINA DE HERRAMIENTAS SA.					REVISION:	0	COT-072-07
						FECHA:	22 de Enero de 2007	
TITULO DEL DOCUMENTO:								
Ampliación de capacidad instalada de Emnpresa Andina de Herramientas								
CANTIDADES DE OBRA Y PRECIOS								
ITEM	DESCRIPCION	*UNIDA D	CANT.	COSTO DIRECTO UNITARIO				COS TO DIRE CTO PAR CIAL
				MATERIAL		MANO DE OBRA		
				UNITARIO	PARCIAL	UNITARIO	PARCIAL	
1.0	RETIRO DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y FUSIBLES HH EXISTENTES							
1.1	Retiro de Transformador de corriente tipo exterior 100/5A 13.200V	UND	2	-	-	53.570	107.140	107.140
1.2	Retiro de fusibles tipo HH de 40A instalados en celda de protección de subestación No. 1	UND	3	-	-	5.357	16.071	16.071
	TOTAL DEL ÍTEM 1.0				-		123.211	123.211
2.0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y FUSIBLES HH NUEVOS							
	TOTAL DEL ÍTEM 2.0				5.121.555		157.136	5.278.691
3.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA DE MEDIA TENSION 3F A 13.200 V, PARA ALIMENTAR NUEVA SUBESTACIÓN DESDE NODO No. 505-44-43							
	TOTAL DEL ÍTEM 3.0				2.298.582		506.234	2.804.816
4.0	INSTALACION DE SUBESTACION ELÉCTRICA DE 630 KVA 13.200 V. (Celdas y Equipos suministrados por el cliente)							
	TOTAL DEL ÍTEM 4.0				-		952.823	952.823

5.0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA DE PUESTA A TIERRA							
	TOTAL DEL ÍTEM 5.0				1.966.874		947.372	2.914.246
6.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CCM2-1							
	TOTAL DEL ÍTEM 6.0				3.360.170		234.278	3.594.448
7.0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CCM2-2							
	TOTAL DEL ÍTEM 7.0				6.888.000		234.278	7.122.278
8.0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA PARA ALIMENTAR CCM2-1 Y CCM2-2 DESDE CELDA DE BAJA TENSIÓN DE SUBESTACIÓN							
8.12	Misceláneos y consumibles	GBL	1	84.000	84.000	-	-	84.000
	TOTAL DEL ÍTEM 8.0				2.857.124		1.462.164	4.319.288
9.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA ALIMENTAR COMPRESOR							
	TOTAL DEL ÍTEM 9.0				-		-	-
10.0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA PARA ALIMENTAR EQUIPOS DESDE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM2-1 Y CCM2-2							
	TOTAL DEL ÍTEM 10.0				11.054.371		6.118.493	17.172.864
11.0	SISTEMA DE ATERRIZAJE BANDEJA Y TUBERÍAS							
	TOTAL DEL ÍTEM 11.0				1.189.248		1.391.400	2.580.648
	TOTAL COSTO DIRECTO				34.735.924		12.127.389	46.863.313
	ADMINISTRACION	20,0%			6.947.185		2.425.478	9.372.663
	IMPREVISTOS	1,0%			347.359		121.274	468.633
	UTILIDAD	4,0%			1.389.437		485.096	1.874.533
	SUBTOTAL (ANTES DE I.V.A)				43.419.905		15.159.237	58.579.142
	I.V.A (SOBRE UTILIDAD)	16,0%			222.310		77.615	299.925
	VALOR TOTAL DE LA OFERTA				43.642.215		15.236.852	58.879.067
NOTAS:	<p>1.- Los costos unitarios de MANO DE OBRA incluyen LABOR, CONSUMIBLES, HERRAMIENTA y EQUIPO Y TRANSPORTE de los mismos.</p> <p>2.- Nuestra oferta no cubre ninguna obra civil, por lo tanto, el muro apagachispas exigido por el RETIE, la base de concreto de los tableros y el foso del transformador deberán ser contruídos por EMPRESA ANDINA DE HERRAMIENTAS.</p>							

Propuesta presentada por la firma ELECTRO DIESEL INGENIERIA
**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN 3F A
 13.200 V, PARA ALIMENTAR NUEVA SUBESTACIÓN DESDE NODO No. 505-
 44-43**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
------	-------------	------	-------	-------------------	-------------

**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA PARA ALIMENTAR CCM2-1 Y
 CCM2-2 DESDE CELDA DE BAJA TENSIÓN DE SUBESTACIÓN**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
------	-------------	------	-------	-------------------	-------------

TOTAL CAPITULO II \$10.324.132
=

**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA PARA ALIMENTAR EQUIPOS
 DESDE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM2-1 Y CCM2-2**

• **BANDEJAS PORTACABLES**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
------	-------------	------	-------	-------------------	-------------

SUB-TOTAL CAPITULO III \$ 2.541.440=

• **TUBERÍA Y CABLEADO PARA EQUIPOS ALIMENTADOS DESDE CCM2 - 1**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
------	-------------	------	-------	-------------------	-------------

SUB-TOTAL CAPITULO III \$10.277.359=

• **TUBERÍA Y CABLEADO PARA EQUIPOS ALIMENTADOS DESDE CCM2 - 2**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
------	-------------	------	-------	-------------------	-------------

SUB-TOTAL CAPITULO III \$ 7.380.682=

TOTAL CAPITULO III \$ 20.199.481=

Mano de obra según cotización 1019-01 (incluido Iva)
\$11.574.736=

SUMA CAPITULOS I-II-III	\$32.147.740=
+ 16% IVA	\$ 5.143.638=
SUB-TOTAL	\$37.291.378=
+ CAPITULO IV	\$11.574.736=
TOTAL	\$48.866.114=

Tabla 6. Propuesta presentada por la firma MEGA INGENIERIA

PROYECTOS ELECTRICOS VALBUENA									
LUZ ELENA RAMIREZ									
NIT. 31,876,038-1									
CLIENTE :							DOCUMENTO No.:		
ANDINA DE HERRAMIENTAS							REVISION:		
							FECHA:		
TITULO DEL DOCUMENTO:									
Ampliación de capacidad instalada de subestación de 630KVA a 13.2 KV									
CANTIDADES DE OBRA Y PRECIOS									
ITEM	DESCRIPCION	*UNIDAD	CA NT.	COSTO DIRECTO UNITARIO				COSTO DIRECTO PARCIAL	
				MATERIAL		MANO DE OBRA			
				UNITARIO	PARCIAL	UNITARIO	PARCIAL		
1.0	RETIRO DE FUSIBLES HH								
	TOTAL DEL ITEM 1.0					-		45.000	45.000
2.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO DE FUSIBLES HH								
	TOTAL DEL ITEM 2.0					2.057.278		75.000	2.132.278
3.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA DE MEDIA TENSION 3F A 13.200 V, PARA ALIMENTAR NUEVA SUBESTACION DESDE NODO No. 505-44-43								
	TOTAL DEL ITEM 3.0					4.412.219		921.500	5.333.719
4.0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 630 KVA 13.200 V								
4.1	CELDA DE PROTECCIÓN EN M.T. 13.200 V								
4.2	CELDA PARA TRANSFORMADOR DE 630 KVA - 13.200 V /208 V AC					-		-	
4.3	TABLERO GENERAL DE BAJA TENSION 1.250A 440V					-		-	
	TOTAL DEL ÍTEM 4.0					22.315.259		1.075.000	23.390.259
5.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE MALLA DE PUESTA A TIERRA								
	TOTAL DEL ITEM 5.0					4.907.016		1.234.000	6.141.016
6.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CCM2-1								
6.1	CCM agrupado tipo TBA 150A 440V compuesto por:	UND	1	3.445.824	3.445.824	225.000	300.000	3.745.824	
	TOTAL DEL ITEM 6.0					3.445.824		300.000	3.745.824
7.0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CCM2-2								
7.1	CCM agrupado tipo TBA 150A 440V compuesto por:	UND	1	6.981.617	6.981.617	225.000	225.000	7.206.617	
	TOTAL DEL ITEM 7.0					6.981.617		225.000	7.206.617
8.0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA PARA ALIMENTAR CCM2-1 Y CCM2-2 DESDE CELDA DE BAJA TENSIÓN DE SUBESTACION								
	TOTAL DEL ITEM 8.0					11.075.314		2.646.800	13.722.114
10.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA ALIMENTAR EQUIPOS DESDE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM2-1 Y CCM2-2								
10.1	BANDEJAS PORTACABLES								
10.2	Tubería y Cableado para equipos alimentados desde CCM2 - 1								
10.3	Tubería y Cableado para equipos alimentados desde CCM2 - 2								
	TOTAL DEL ITEM 10.0					17.438.452		6.649.900	24.088.352
11.0	SISTEMA DE ATERRIZAJE BANDEJA Y TUBERÍAS								
	TOTAL DEL ITEM 11.0					7.299.760		812.000	8.111.760

RESUMEN									
VALOR MATERIALES								79.932.739	
VALOR MANO DE OBRA								13.984.200	
INGENIERIA Y DIRECCION TECNICA								1.250.000	
VALOR COSTO DIRECTO								95.166.939	
ADMINISTRACION E IMPREVISTOS(10 %)								9.516.694	
UTILIDAD (6%)								5.710.016	
SUBTOTAL (ANTES DE I.V.A)								110.393.649	
I.V.A (SOBRE UTILIDAD)								913.603	
VALOR TOTAL DE LA OFERTA								111.307.252	
CONDICIONES COMERCIALES									
Precios.							\$ 111.307.252		
Forma de Pago:							A CONVENIR		
Vigencia cotización:							30 días		
Mayor Información:							4305503-3108260165-3137370928		
Tiempo Entrega:							30 días		
Estamos seguros que nuestra propuesta sera de su máximo interes, cualquier informacion adicional con gusto le sera suministrada.									
Cordialmente,									
ADRIANA VALBUENA R.									
Ing. Gerente de Proyectos									

La selección de proveedores implica la recepción de las ofertas o propuestas y la aplicación de los criterios de evaluación para elegir un proveedor.

Muchos factores, además del costo o precio, pueden requerir evaluación en el proceso de decisión de la selección de los proveedores.¹²

- El precio puede ser determinante primario para un producto “disponible”, pero el menor precio propuesto puede no ser el menor costo si el vendedor no tiene capacidad para entregarlo a tiempo.
- Las propuestas a menudo fueron divididas en secciones técnicas (enfoque) y comerciales (precios) y evaluadas separadamente.

De acuerdo a lo anterior se optó por escoger a la empresa MEGA ing. Que presento la mejor propuesta para los intereses de la compañía, bajo un contrato de acuerdo mutuo que obliga tanto al vendedor (MEGA ing.) a proveer el producto específico, como al comprador (Empresa Andina de Herramientas) a pagar por él.

La firma MEGA ing. Nombro como supervisores del montaje y responsables de las actividades de ejecución al: Ingeniero Miguel Concha y al Ingeniero. Alvaro Hobart.

¹²Guía a los fundamentos de la dirección de proyectos, Op cit., p. 155-156.

A continuación se anexa la cotización de la firma ganadora de la licitación la cual fue la ejecutora de las obras civiles, eléctricas y neumáticas requeridas para el montaje de las células productoras de limas MEGA:

Tabla 7.cotización seleccionada como ejecutora del montaje

	TOTAL COSTO DIRECTO				34.735.924	12.127.389	46.863.313
	ADMINISTRACION	20,0 %			6.947.185	2.425.478	9.372.663
	IMPREVISTOS	1,0%			347.359	121.274	468.633
	UTILIDAD	4,0%			1.389.437	485.096	1.874.533
	SUBTOTAL (ANTES DE I.V.A)				43.419.905	15.159.237	58.579.142
	I.V.A (SOBRE UTILIDAD)	16,0 %			222.310	77.615	299.925
	VALOR TOTAL DE LA OFERTA				43.642.215	15.236.852	58.879.067
NOTAS:	1.- Los costos unitarios de MANO DE OBRA incluyen LABOR, CONSUMIBLES, HERRAMIENTA y EQUIPO Y TRANSPORTE de los mismos.						
	2.- Nuestra oferta no cubre ninguna obra civil, por lo tanto, el muro apagachispas exigido por el RETIE, la base de concreto de los tableros y el foso del transformador deberán ser contruídos por EMPRESA ANDINA DE HERRAMIENTAS.						

➤ **Elaboración del plan de trabajo para la ejecución de las labores.** En esta etapa se definieron las actividades y se documentaron las tareas específicas que deben ser ejecutadas para generar los entregables y subentregables, estas fueron descritas de tal forma que todos los miembros del equipo de trabajo entendieran como se debe hacer el trabajo y con una secuencia lógica para que el desarrollo del proyecto fuera realista y factible.

Se contó una ayuda computacional como el Microsoft Project para la estimación de la duración de las actividades y del alcance de las mismas; de este modo se hace posible conocer los tiempos de inicio y/o terminación de las actividades programadas.

También se contó con el conocimiento de personal idóneo familiarizado con este tipo de proyectos como fue el personal contratado de MEGA ing.

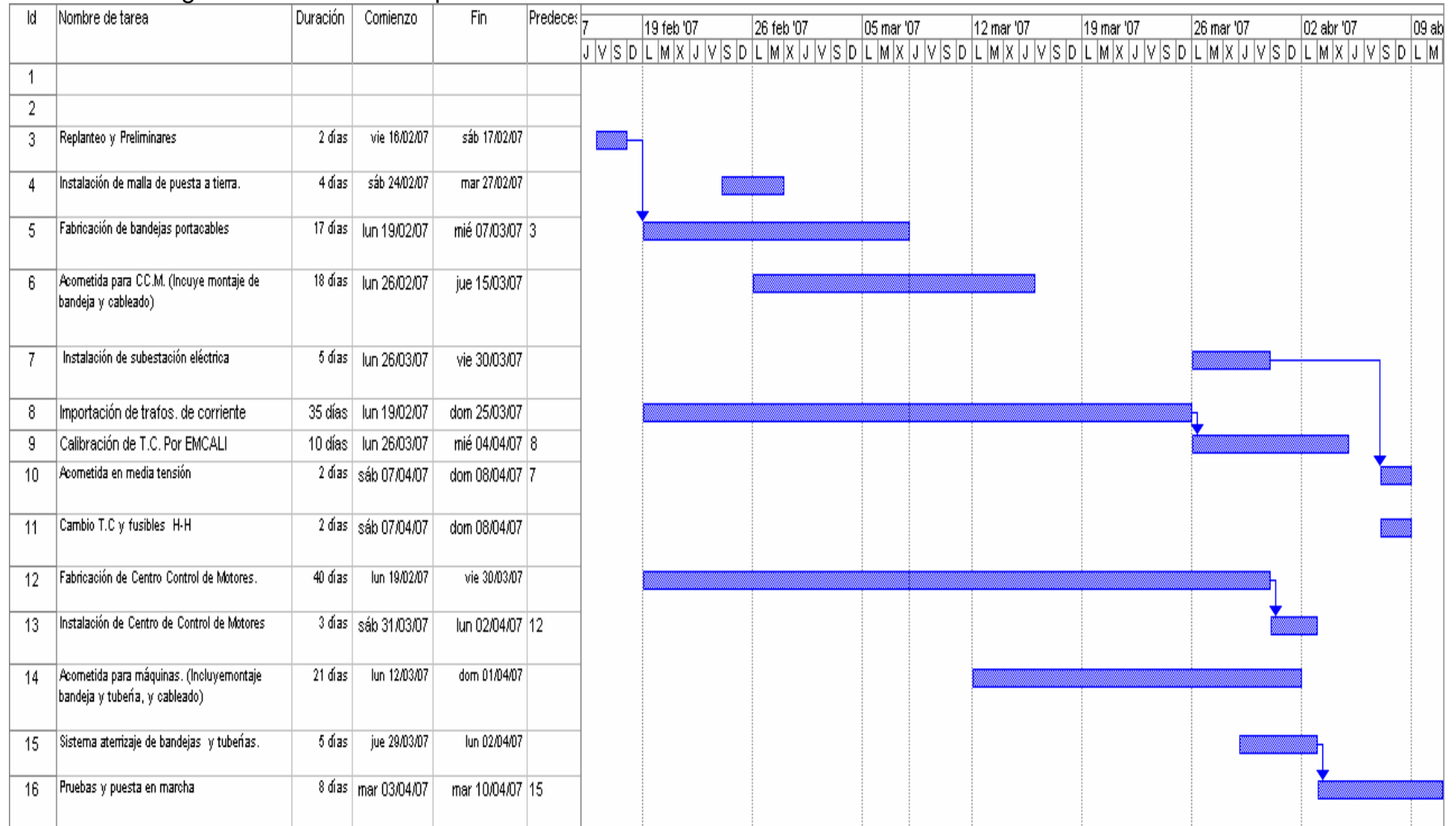
Para tal decisión de durabilidad de las actividades el equipo identifica los riesgos (tanto amenazas como oportunidades) que podían tener influencia en la estimación de la duración del proyecto, tales como la llegada de equipo, material y /o maquinaria, al igual que el personal idóneo para ejecutar las labores.

En el cronograma creado se incluye la fecha de inicio y finalización esperada de cada actividad; ya que este nos facilitó realizar el control por parte del coordinador del proyecto y se realizó un comparativo entre las fechas de inicio y finalización reales / pronosticadas, para la detección de desvíos e implementar de soluciones correctivas en caso de demoras como fue el caso de la llegada de las máquinas picadoras a la planta en Yumbo - Valle por derrumbes en la vía de Buenaventura a Cali.

En el proyecto en mención se contó con una técnica o herramienta para revisión de las actividades descritas en el cronograma como el análisis de variación, ya que es un elemento clave para el control de tiempos.

La comparación de las fechas planificadas con las fechas de inicio y finalización reales pronosticadas provee información útil para detección de desvíos y para la implementación de soluciones correctivas en caso de demoras, debe presentarse una particular atención a las actividades críticas y sub-críticas.

Tabla 8. Cronograma de actividades preliminar.



fuelle: MARTÍNEZ Javier . Gerente de proyectos, Empresa Andina de Herramientas Microsoft proyect , Santiago De Cali, Diciembre 20 de 2006.

Figura 10. Plano de alternativa inicial y actual de la instalación de las células productoras de limas.

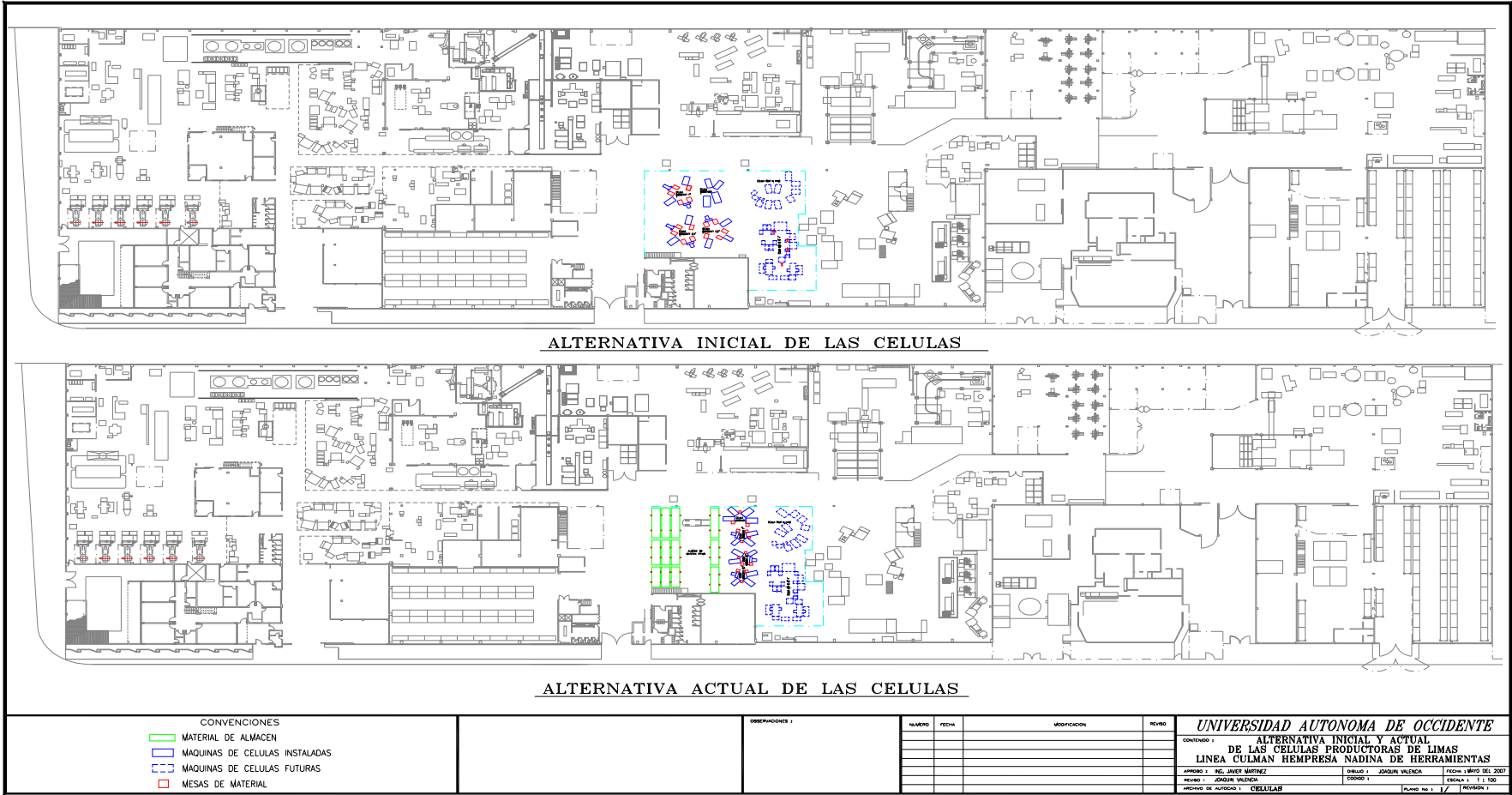
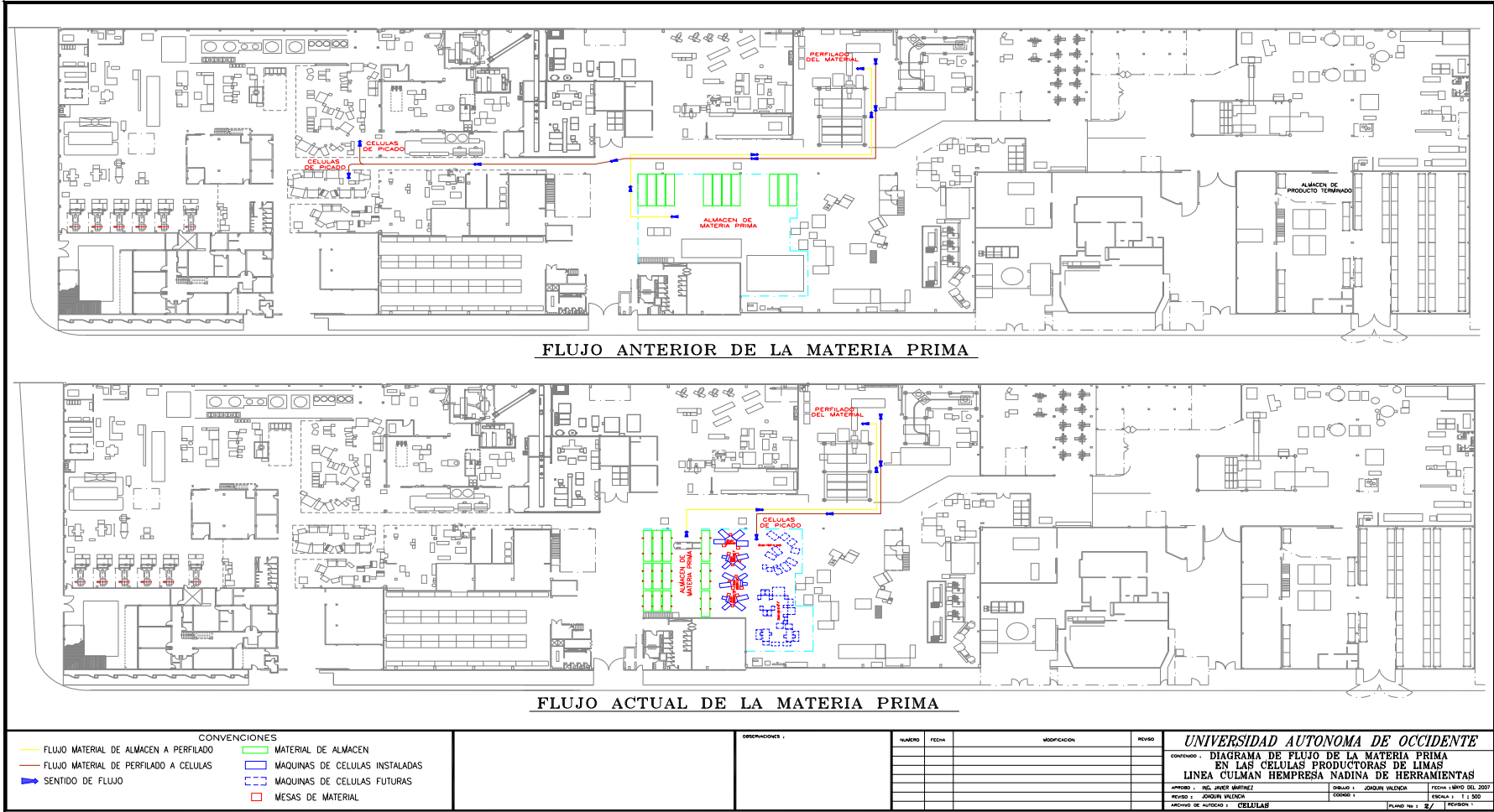


Figura 11. Plano del flujo de la materia prima anterior y actual de las células productoras de limas
 Recorrido anterior de la materia primera 110 mts. Vs. recorrido actual de 46 mts.



[illegible]

Figura 13. Plano de distribución de las líneas de aire y bandejas eléctricas de las células productoras de limas .

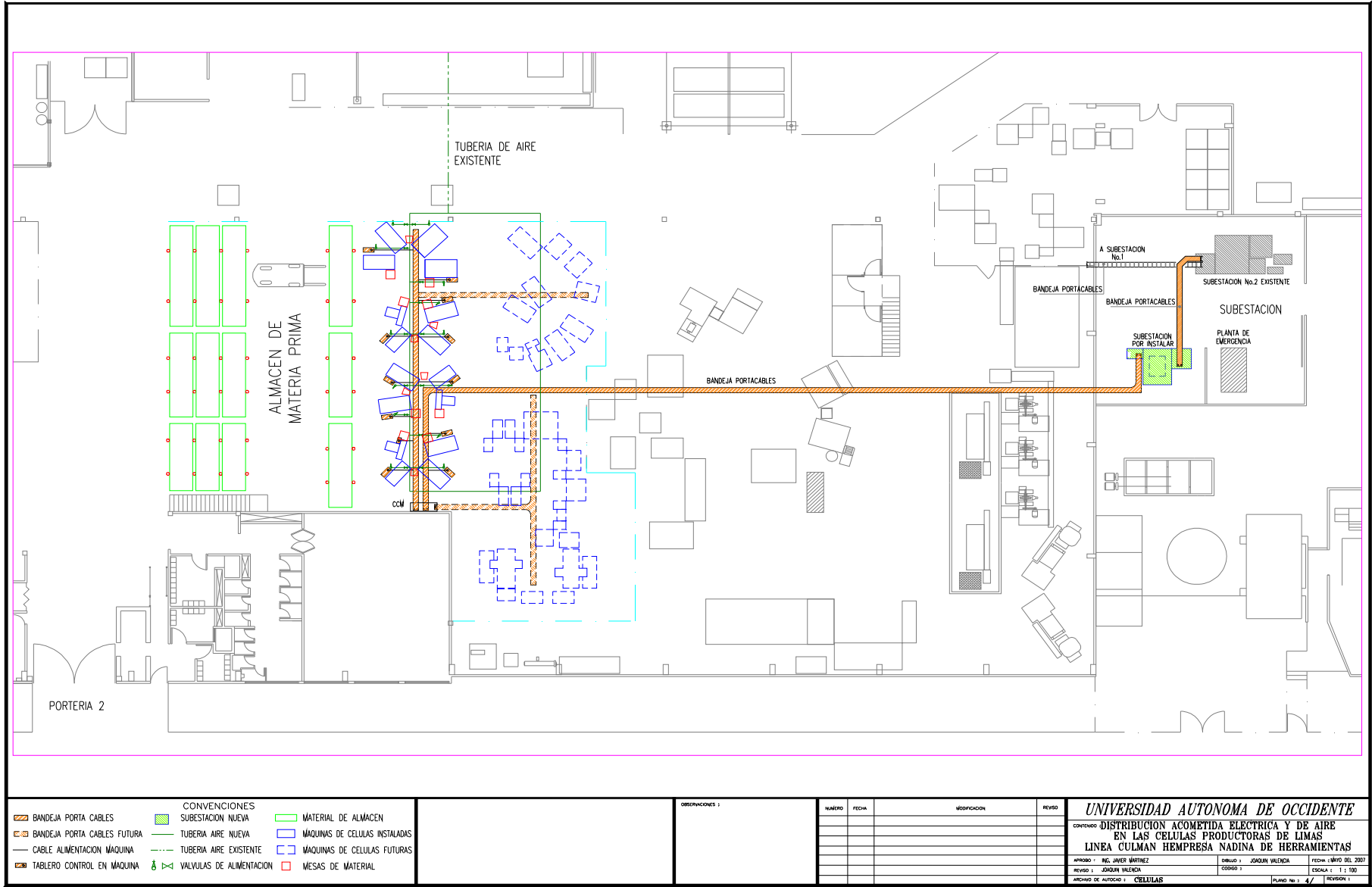
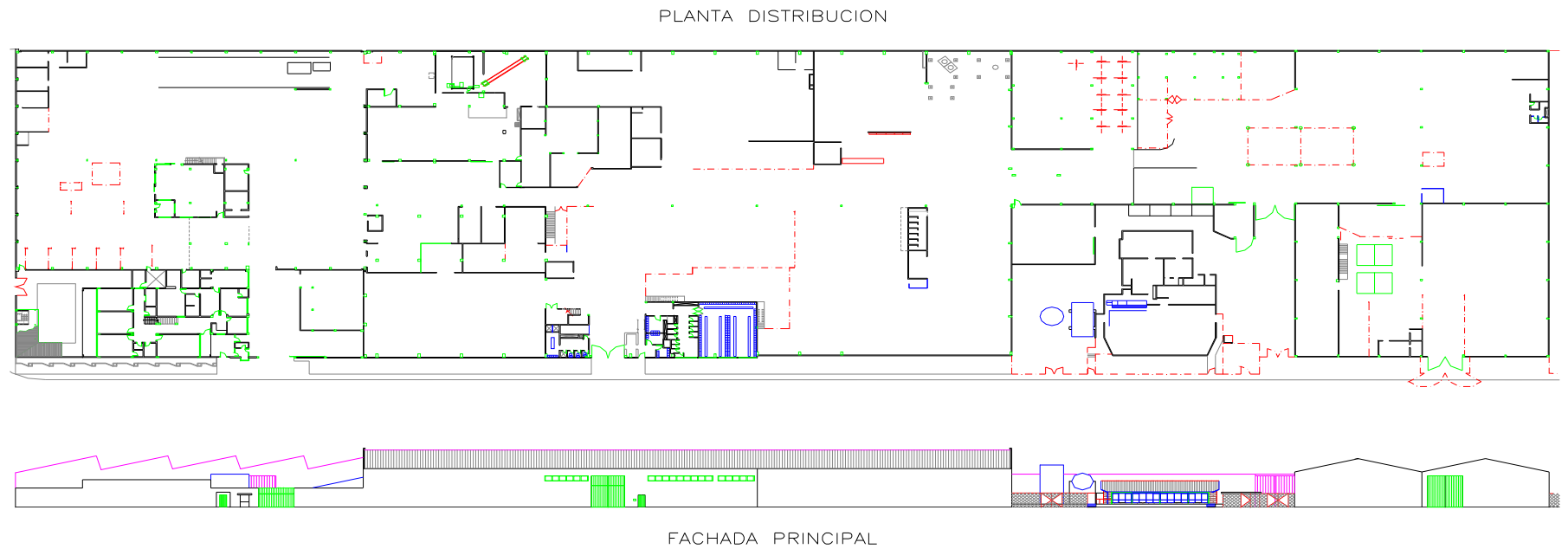


Figura 14. Plano de distribución general de la empresa Andina Herramientas



4.6.3. Fase III. (ejecución de las actividades del proyecto)

- **Implementación.** En esta fase se da inicio a la ejecución del cronograma de actividades.

Las actividades del proyecto tienen una duración de 20 semanas con unas tareas críticas las cuales no se pueden atrasar, ya que implicaría que el tiempo del proyecto se dilatara, lo que acarrea sobre costos.

Punto importante a resaltar es la importancia que tiene la parte de seguridad en el desarrollo del proyecto, ya que se realizaron las charlas por parte del departamento de seguridad industrial a las personas ajenas a la compañía (contratistas) que intervinieron en el proyecto, en cuanto al manejo de seguridad, extintores, trabajo en altura, usos de arnés de seguridad, entre otros.¹³

➤ **Proyecto de instalación.** Las tareas que se ejecutaron durante el proyecto de instalación de la maquinaria fueron las siguientes:

- Charlas de seguridad.
- Replanteo y preliminares.
- Instalación de malla a tierra.
- Fabricación de bandejas portacables.
- Acometida para transformador y celda de baja tensión.
- Instalación de subestación eléctrica.
- Importación de transformadores de corriente.
- Calibración de Transformadores de corriente por EMCALI
- Instalación de acometidas de media tensión.
- Cambio de Transformadores y fusibles de alta.
- Fabricación de centro de control de motores de
- Acometidas para maquinas (eléctrica y neumáticamente).
- Sistema de aterrizaje de bandejas y tuberías.
- Prueba y puesta en marcha.

El departamento de compras dio comienzo a la adquisición de los materiales necesarios para el montaje, mientras que el departamento de logística se encargaba de la tramitología necesaria para la llegada de las maquinas picadoras al país provenientes de los EE.UU.

La firma MEGA ingeniería comenzó con la implementación de las obras civiles y tendido de bandejas porta cables y tuberías transportadoras de aire necesarias para la alimentación de la maquinaria a instalar.

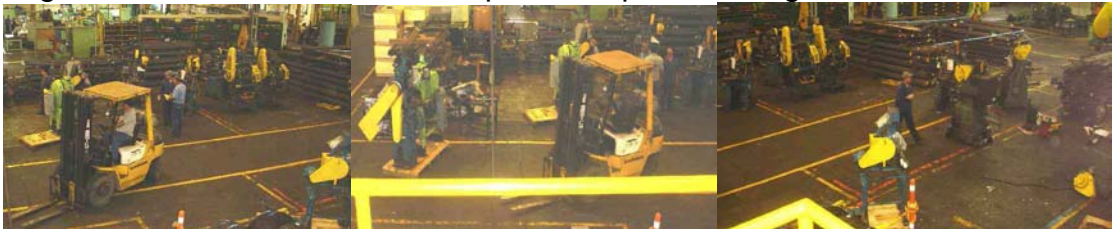
¹³ PIERRE, Michel. Distribución en planta y seguridad. Bilbao: Usto, barraincua,1975. p. 25.

Figura 15. Fase de instalación de bandejas eléctricas.



Se inició la ubicación de las maquinas en sitio conservando todas las normas exigidas por una buena distribución en planta la cual debe de conservar los espacios requeridos con el fin de utilizarlos de manera efectiva buscando economía, satisfacción y seguridad.

Figura16 fase instalación de maquinas en posición original



➤ **Consideraciones que se tuvieron en cuenta para la Ubicación**

✓ **Funcionalidad.** Que las partes pertenecientes a cada célula de trabajo quedaran de tal forma que puedan trabajar efectivamente.

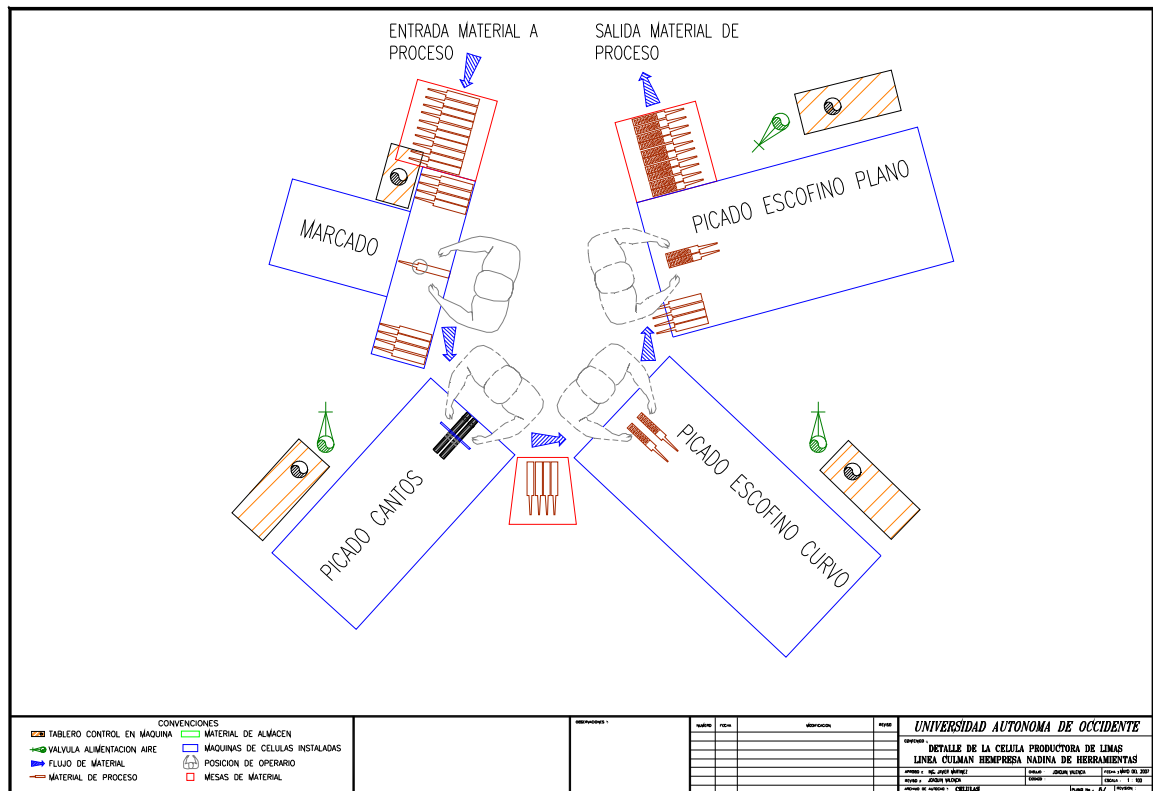
✓ **Economía.** Ahorro para las distancias recorridas entre las maquinas y utilización plena del espacio en el sitio de traslado de las picadoras de limas.

Figura 17. funcionalidad por medio de puente grúa



✓ **Flujo:** Se permitió que los procesos se den continuamente y sin tropiezos. Partiendo de la definición de célula se ubicaron en forma de U.

Figura 18. Flujo de material en la célula



✓ **Comodidad.** Se crearon espacios suficientes para el bienestar de los trabajadores y el traslado de los materiales.

Figura 19. Posición real de la célula



✓ **Aireación.** Ya que el proceso demanda una corriente de aire, por altas temperaturas.

Figura 20 posición de extractores de aire de las células



✓ **Accesos libres.** Se permitió el tráfico sin tropiezos, tanto de personal operativo como material.

Figura 21. adecuación de pasillos para transporte



✓ **Flexibilidad.** Previniendo cambios futuros en la producción que demanden un nuevo ordenamiento de la planta.

✓ **Área de operación.** Es la ocupada por el operario, más la mesa donde son depositadas las limas a procesar.

Figura 22. área operación de la célula productoras



✓ **Área de mantenimiento.** Es el espacio necesario para que el personal del área de mantenimiento tales como electricista, mecánico o lubricador hagan su tarea de una manera segura.

Figura 23. área de mantenimiento de las células



Para garantizar los compromisos adquiridos el equipo se reunió semanalmente los Martes a las 11:00 AM, con la firma contratista MEGA ing , con el objetivo de hacer seguimiento a las tareas trazadas en el cronograma y asegurar los compromisos adquiridos en la interventoría.

4.6.4. Fase IV. (finalización y entrega de equipos)

- **Finalización.**

➤ **Prueba y puesta en marcha de los equipos.** Todo proyecto está destinado a finalizarse en un plazo predeterminado, culminando en la entrega de la obra al cliente, o en la puesta en marcha del sistema desarrollado, comprobando que funciona adecuadamente y responde a las especificaciones en su momento aprobadas.

Esta fase es también muy importante no sólo por representar la culminación de la operación sino también por las dificultades que suele presentar en la práctica, alargándose en tiempo excesivamente y provocando retrasos y costos imprevistos.

En esta fase la empresa contratada para el montaje MEGA Ing. realizó entrega de las obras tanto civiles, eléctricas y neumáticas al coordinador del proyecto, las cuales cumplieron con las normas impuestas en el contrato inicial y cumpliendo con todos los estándares de calidad impuestos por las leyes gubernamentales nacionales e internacionales en cuanto a seguridad se requiere expuestas en párrafos anteriores.

Se cerraron contratos con las firmas que alquilaron los equipos especiales (montacargas, perforadoras, obras civiles, etc.).

Se entregaron los equipos al supervisor de la sección encargado para que asigne a un operario cuadrador con el objetivo de revisar funcionalidad de los equipos de control y fuerza, en esta etapa se revisaron los giros de la motores y accionamiento neumáticos (cilindros).

Después de la puesta en marcha de las maquinas en cada célula de trabajo el supervisor asigno nuevamente a un grupo de operarios cuadradores especializados en este tipo de tarea cuyo objetivo es la puesta a punto de operación de los equipos para producir un tipo de lima que cumpla con las expectativas del performance y la calidad que identifica a Empresa de Herramientas.

También se dan los retoques finales de presentación de la maquinaria como es la pintura de los equipos, instalación de guardas de seguridad adecuadas para integridad de los operarios y personal operativo que circula en pasillos, se realizan listas de chequeo para facilitar la ejecución de las tareas preventivas en el manejo de los equipos y los enceres necesarios en cada célula para mejorar el flujo del material en el proceso de fabricación de las limas Cullman, tales como, repisas para almacenamiento de material, tapetes aislantes, soportes de ventilación, ganchos y carros para facilitar el transporte del material y tableros de herramienta personal necesarios para los ajustes y cuadros de las células de producción instaladas.

Como fase final el equipo se reunió para hacer una evaluación ex-post, cuyo objetivo es hacer un balance confrontando lo planeado Vs. lo ejecutado dejando documentado las experiencias negativas para tenerlas en cuenta en futuros proyectos.

5. MARCO LEGAL

5.1. ANÁLISIS LEGAL ESTRUCTURAL SEGÚN (REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, RETIE)

El montaje de toda la ampliación realizada en E.A.H, en cuanto las instalaciones eléctricas de las picadoras de limas de la línea cullman fueron bajo el cumplimiento de las normas del RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) cuyo objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.¹⁴

Estas prescripciones parten de que se Cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

Estas aplicaron tanto para la adaptación de la subestación eléctrica donde se adecuo para el montaje de un transformador de 630 kva y celda de alta tensión, como para el tendido de las bandejas portacables de las maquinas, cableado, líneas a tierra y tableros de baja tensión (donde se conectarían las maquinas picadoras).

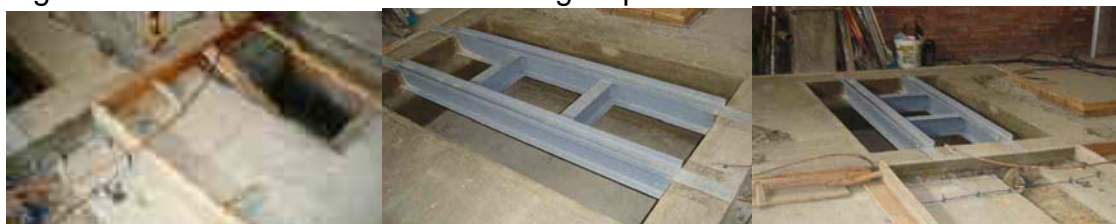
Figura 24. tableros de alta tensión subestación



Respecto a las obras civiles para la instalación del transformador, se acordó su ejecución, rotura y demolición de concreto para el sistema de puesta a tierra, construcción de foso y registro separador de aceite, base para celdas de alta tensión y muro apaga fuego del transformador de potencia, respetando las normas del RETIE.

¹⁴ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Retie. Bogotá, segunda actualización, Santafe de Bogotá, D.C: RETIE, 2007. p. 7. Resolución 180466.

Figura 25 instalación de cámara ecológica para transformador



En las fotos anteriores podemos observar la cámara donde se aloja el transformador de 630 kva y la cámara ecológica, en caso de derrame de aceite del transformador este no contamina el medio ambiente ya que queda atrapado.

5.1.1 Artículo 15º. puestas a tierra (reglamento técnico de instalaciones eléctricas, retie). Toda instalación eléctrica cubierta por el presente Reglamento, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.¹⁵

La exigencia de puestas a tierra para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y los apoyos o estructuras que ante una sobretensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
- Transmitir señales de RF en onda media.

Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos, es la máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente.

¹⁵ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Op. cit., p. 45-47.

Figura 26 . fabricación de malla a tierra subestación



Se anexan iluminación de la construcción de la malla a tierra en donde se ubico el transformador y la celda de baja tensión..

5.1.2. Artículo 16º. Iluminación (reglamento técnico de instalaciones eléctricas)¹⁶. Una buena iluminación, además de ser un factor de iluminación, y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort la iluminación, hace más agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado, se comprenderá el iluminación, que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos está comprobado que el color del medio ambiente produce en el observador reacciones psíquicas o emocionales.

No se pueden observar reglas fijas para la elección del color apropiado con el fin de conseguir un efecto determinado, pues cada caso requiere ser tratado de una forma particular. Por tanto, un buen diseño luminotécnico es fundamental para cumplir con los factores deseados en la iluminación, de cada área.

Diseño. En dependencia del área y la tarea que se realiza, un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente y la uniformidad adecuada.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar fuentes luminosas del color adecuado y que aseguren una apropiada reproducción de los colores.

Instalación: Los sistemas de iluminación deben cumplir los siguientes requisitos:

- Debe existir suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación.

¹⁶ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Op. cit., p. 53.

- No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.
- Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías deben permanecer en funcionamiento un mínimo de 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- Los residuos de las lámparas deben ser manejados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.
- En lugares accesibles a personas donde se operen maquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para evitar el efecto estroboscopio.
- Para efectos del presente Reglamento, en lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los siguientes niveles de iluminancia, adoptados de la norma ISO 8995. El valor medio de iluminancia, relacionado en la Tabla 25 “Niveles de iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades”, debe considerarse como el objetivo de diseño, pero el requisito exigible es que el valor medido a la altura del sitio de trabajo se encuentre entre el rango del valor mínimo y el valor máximo.

Figura 27 sistema de iluminación en células



En las fotos anexas podemos ver el sistema de iluminación instalado en las células de producción de limas Cullman, se aprovecho al máximo la luz natural por medio de las tejas traslúcidas, y además se montaron luz fluorescente con el objetivo de eliminar el efecto electroboscopico ya que son maquinas rotativas, además se instalaron lámparas fluorescentes de 4*48 watt en cada célula de trabajo.

6. ASPECTOS METODOLÓGICOS

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se realizó a través de un enfoque metodológico CUALITATIVO OBSERVACIONAL, este método nos permite analizar información a los interrogantes planteados al principio de este trabajo investigativo. El método cualitativo permite analizar la información necesaria para aportar soluciones concluyentes al problema descrito al principio de la presente investigación, utilizando para ello un nivel de profundidad del tipo descriptivo, identificando de esta forma los aspectos más importantes relacionados con el tema objeto de la investigación, este modelo cualitativo esta permite interactuar con lo logística de planta.

6.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Es un diseño experimental, puesto que en este se analiza por medio de un análisis observacional o operación de campo, complementando el estudio con la normatividad existente para la aplicación teniendo en cuenta aspectos esenciales de como se encamina a determinar “como es” o como esta” la actual condición de la planta industrial.

6.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

6.3.1. Fuentes de información. Se utilizaron fuentes, primarias y secundarias de información mediante revisión bibliográfica de libros especializados, además de estudios especializados, revistas, y páginas Internet especializadas entre otros.

6.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de información. Se realizó a través de la observación directa en operación de campo ya que se analizó el contexto desde una perspectiva cualitativa.

6.4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.4.1. Procesamiento. Para llevar a cabo el proceso del presente trabajo se necesito ejecutar una serie de actividades para establecer una serie de pautas las cuales son fuente de credibilidad. Se realizó un sondeo con la totalidad la logística de la planta, se recopilo la información sobre el modelo de producción y se realizo un análisis completo, se clasifico la información, seleccionándola temáticamente. y después se procedió a la verificación y comprobación de la información utilizando para esto la observación directa.

6.4.2. Presentación. El trabajo de investigación se presento por medio de un análisis descriptivo, el cual va acompañado de citas de expertos tratadistas en la materia, gracias a la información recolectada con sus respectivas fuentes bibliográficas según normas Icontec, el sentido planteado es critico constructivo, puesto que la realidad se constituye a través de soluciones coherentes a la finalidad del mismo.

6.5. CRÍTICA Y CODIFICACIÓN

Toda la información recogida en las entrevistas fue sometida a un examen crítico y severo con el objeto de determinar si cumple con las siguientes condiciones imprescindibles: exactitud, suficiencia, precisión y representatividad.

- El objeto de la crítica es clasificar el material.
- La codificación obedece a la necesidad de trasladar las informaciones recogidas a formatos.

6.6. OPERACIONALIZACIÓN

Para llevar a cabo el proceso de investigación se necesito ejecutar una serie de actividades que facilitaron el adecuado funcionamiento y recolección de información, estas fueron algunas de esas actividades:¹⁷

- Estructuración de la investigación.
- Planeación de la actividad investigativa.

6.6.1. Muestreo y Procedimiento. En cuanto al procedimiento, se realizo un sondeo con la totalidad de la estructura de planta.

- Disponibilidad de actitud administración.
- Permiso por parte de la dirección para realizar trabajo.
- Documentación fotográfica.

¹⁷ WADGYMAR Arturo. Introducción a la investigación socio económico. México: Trillas, 1983. p. 67.

7. PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO

JOAQUIN EMILIO VALENCIA BEJARANO – Código –2021048.

HECTOR FABIO GIRALDO – Dibujante.

JAVIER MARTINEZ - Gerente.

MEGA ING.- Contratista.

DIANA BENAVIDEZ – Dpto. Compras.

8. RECURSOS DISPONIBLES

La totalidad de los costos en la realización de este trabajo de grado fue asumida, en su totalidad a cargo del el ponente del presente.

Tabla 10. recursos disponibles en la realización del proyecto

Adquisición de libros referentes a los problemas de investigación	\$ 300.000.00
Otros documentos	\$ 90.000.00
Fotocopias	\$ 80.000.00
Servicio de Internet	\$ 80.000.00
Papel y otros implementos	\$ 90.000.00
Transporte y viáticos	\$ 550.000.00
Imprevistos	\$ 110.000.00
Trascripción	\$ 50.000.00
Total	\$ 1.350.000.00

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

2007-A.	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección de Información sobre las células de producción			X	X	X															
Recolección de la normatividad existente sobre la materia.							X	X	X											
Análisis de la información estructural								X	X	X										
Clasificación de la información.									X	X										
Análisis de la información relacionada sobre el objeto de trabajo.										X	X									
Identificación de las características del planteamiento.										X	X	X								
Presentación informe final anteproyecto													X							
Clasificación de la información y operación da campo.								X	X			X	X	X	X					
Realización del marco teórico.											X	X	X	X	X					
Elaboración de la metodología.																X				
Realización borrador tesis.																X				
Revisión y correcciones.																	X			
Entrega de informe final.																		X		

10. CONCLUSIONES

La distribución en planta y conexión de las máquinas productoras de limas de la línea Cullman se culminó y se entregó al usuario final (departamento de producción y gestión de la calidad de la Empresa Andina de Herramientas) cumpliendo con todos estándares de calidad exigidos en la parte técnico operativa respectiva de cada equipo. Para tal fin se dispusieron los equipos en forma de células de trabajo considerando todos los factores que afectan una distribución en planta como son el material, hombre y la máquina entre otros.

Cabe anotar que las actividades planeadas para la ejecución del trabajo fueron acertadas en un 85% del tiempo planeado ya que este montaje estaba predeterminado para ejecutarse en 20 semanas (5 meses) y se oficializó la entrega tres (3) semanas después de lo acordado. Los motivos se tendrán en cuenta en las recomendaciones y se documentaron para tenerlos presentes en montajes futuros de las otras líneas.

11. RECOMENDACIONES

En los futuros montajes debemos de tener en cuenta los siguientes puntos para evitar atrasos en las actividades del cronograma lo que acarrea sobrecostos e incumplimiento de los compromisos adquiridos.

- Comunicación, las reuniones de seguimiento no fueron efectivas ya que hubo incumplimiento en la asistencia por parte del coordinador de la firma contratista y el departamento de logística de la empresa. En estas se tomaban decisiones que afectaron la fecha termino de las actividades.
- La firma contratante no estimo algunos gastos en el proyecto , como las normas impuestas por el RETIE, lo que ocasiona un mal presupuesto y urgencias, ya que hubieron actividades que dependían de terceros como son las entidades gubernamentales (EMCALI).
- Seguridad, se presenta un accidente de trabajo que ocasiono 3 días de Incapacidad a un electricista, el cual se puede evitar en el futuro si somos más estrictos con las personas que no utilizan a toda hora los E.P.P (elementos de protección personal) y reforzar las charlas de seguridad semanalmente.

BIBLIOGRAFÍA

BARCO PENILLA, Jimmy Alexander. Ausentismo Laboral por Causa de Accidentes de Trabajo en la Gobernación del Valle [CD ROM]. Santiago de Cali, 2004. 1 CD-ROM. Trabajo de grado (Fisioterapeuta). Universidad Santiago de Cali, Faculta de salud.

Industries [en línea]. Alemania: Systems Applications and Products in Data Processing, 2007. [Consultado 26 de mayo 2007]. Disponible en internet: www.sap.com

HARPER'S, Enríquez. El ABC de las instalaciones eléctricas. 2 ed. Madrid: Limusa-noriega, 2000. 580 p.

----- . Instalaciones y montaje electromecánico. Madrid: Limusa-noriega, 2000. 560 p.

HEREDIA ALVARADO, Jose Antonio. La gestión de la fabrica: modelos para mejorar la competitividad. Madrid: Díaz de Santos, 2004. 246 p.

Wikilearning: enciclopedia libre [en línea]. Friedman Hall: Management Capital. Modern working Prentice, 1989. [consultado 12 de enero de 2007]. Disponible en Internet: [www.wikilearning.com/celulas de manufactura](http://www.wikilearning.com/celulas_de_manufactura)

MAYNARD, H.B. Manual de ingeniería y organización industrial. 3 ed. Bogotá: Reverte, 1988. 456 p.

MICHEL, Pierre. Distribución en planta y seguridad. Bilbao: Usto, Barraincua, 1971. 408 p.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Retie. Bogotá, segunda actualización, Santafe de Bogotá, D.C: RETIE, 2007. p. 45-47. Resolución 180466.

MUTHER Richard, Distribución en planta. 4 ed. New York: McGraw-Hill Book Company. 1981, 236 p.

PEREÑA BRAND, Jaime. Dirección y gestión de proyectos. Madrid: Díaz de santos, 1991. 480 p.

Guía a los fundamentos de la dirección de proyectos. Newton square, Pennsilvania: Project Management Institute, 2000. 268 p.

WADGYMAR, Arturo. Introducción a la investigación socio económico. México: Trillas, 1983. 356 p.